This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0423 6787

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

STANFORD UNIVERSITY
CALIFORNIA

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

3584

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

TEXTUR DES RÜCKENMARKS

UND DIE

ENTWICKELUNG SEINER FORMELEMENTE

VON

Dr. F. BIDDER UND **Dr. C. KUPFFER**

IN DORPAT.

MIT FÜNF TAFELN.

LEIPZIG,

DRUCK UND VERLAG VON BREITKOPF UND HAERTEL.

1857.

LIBRARY
LELAND STANFORD JUNIOR
UNIVERSITY

Vorwort.

Es ist eine im Gebiete anatomisch-physiologischer Forschung oft schon gemachte und fast täglich sich wiederholende Erfahrung, dass die Physiologie weit eher dazu gelangt, aus der Beobachtung der Lebenserscheinungen die Gesetze zu finden, nach welchen der Gang des Lebens erfolgt, als die Anatomie im Stande ist, die in ihr Gebiet fallenden Bedingungen dieses Lebens dem jedesmaligen Stande der Wissenschaft gemäss zu ermitteln und die hierdurch gewonnene Erkenntniss in feste Sätze zu formuliren. In der That, die Physiologie darf geflügelten Laufes über Berge von Schwierigkeiten und Abgründe voll Räthsel und Dunkelheiten hinwegsetzen, wo die ungleich schwerfälligere Anatomie nur mühsam hinanklettern und vorsichtig hinabsteigen muss. Die Physiologie ist es daher auch vorzugsweise, von der die Anatomie ihre Impulse empfängt; sie weist letztere auf die Richtungen hin, in denen sich Erfahrungen gewinnen lassen, die einer unmittelbaren Verwerthung für die Lehre von dem organischen Geschehen sicher sind. Die Physiologie könnte ihren Weg für sich fortsetzen auch ohne Anatomie; die Anatomie ohne Physiologie würde bald der festen Zielpunkte und damit des sicheren Ganges ermangeln. — Andererseits aber erhält die physiologische Erkenntniss wenigstens in einem grossen Theile des ihr zufallenden Gebietes nur durch die ihr dargebotene anatomische Grundlage die erforderliche Sicherheit und Bestimmtheit. Die Physiologie für sich kann wohl die äusseren Umrisse des Gesammtbildes vom Leben entwerfen und die inneren Haupttheile desselben andeuten; aber zur detaillirten Ausführung dieses Bildes kann sie die Anatomie nicht entbehren und das um so weniger, je mehr letztere ihre Aufgabe in der Ermittelung der Elemente der thierischen Form, deren Genesis und mannichfaltigen Combinationen erblickt, je mehr daher der Ausbau der physiologischen Vorstellungen und Gedanken sein Material aus den mikroskopischen Elementen des Organismus zu beziehen sucht.

Wenn irgend wo, so ist dieses Verhältniss zwischen Anatomie und Physiologie bei der Lehre vom Rückenmark deutlich dargethan. Was dieses Organ für das Leben zu leisten habe, das hat die Physiologie auf dem Wege des Experiments mit ziemlich befriedigender Sicherheit ermitteln können. Sein Leitungsvermögen vom und zum Gehirn, seine Fähigkeit zur sogenannten Querleitung und damit zur Vermittelung des grössten Theils aller Reflex-

actionen, sein Zusammenhang mit manchen automatischen Bewegungen, z. B. den Contractionen der Lymphherzen u. s. w., das Alles hat sich feststellen lassen ohne Rücksicht auf die anatomischen Verhältnisse, und sicherlich werden sich auch fernerhin noch manche Bestimmungen hinsichtlich der vitalen Bedeutung dieses Centralorgans treffen lassen, ohne alle Beziehung auf dessen Bau. Denn ob die Leitung von den Spinalnerven durch Rückenmark zum Gehirn und umgekehrt, an den continuirlichen Fortgang einer und derselben Faser oder an mehrere in einander greifende Systeme von Fasern gebunden sei, ob die Querleitung durch den ununterbrochenen Zusammenhang der Nervenzellen mit den austretenden Nervenwurzeln oder durch blosse Nebeneinanderlagerung dieser Elemente bedingt werde u. dergl. — das sind Fragen, die bei Feststellung des Leitungsgesetze an sich unberührt bleiben können. Aber wenngleich diese Fragen kaum eher erhoben werden konnten, als nachdem über die Thätigkeiten des Rückenmarks gewisse Grundsätze festgestellt waren, wenngleich also die Anatomie auch hier die nachhaltigste Anregung von der Physiologie empfing, so wird dennoch die vollständige Einsicht in jene Gesetze nicht eher zu gewinnen sein, als nachdem die Verhältnise der das Rückenmark bildenden Formelemente vollständig erkannt und deren Lage, Verbindung, Verlauf mit Bestimmtheit anzugeben sein werden. Auch hier wird also die Anatomie allein die Möglichkeit bieten, das im Feinen auszuführen, was die Physiologie nur in den äusseren gröberen Umrissen entwerfen konnte; nur mit Hülfe der Anatomie wird auch für das Verständniss der lebendigen Leistungen des Rückenmarks die Grundlage gewonnen, die von dem schwankenden Ergebniss der physiologischen Experimente unberührt bleiben und für die Beurtheilung der letzteren den entscheidenden Maassstab darbieten kann.

Zu solcher Kritik der physiologischen Lehren ist die Anatomie unzweifelhaft berufen, nicht aber darf die Physiologie ein ähnliches Richteramt über die Anatomie beanspruchen. Wie wenig es hilft, anatomische Verhältnisse von physiologischen Ergebnissen aus zu construiren, z. B. von den nach Reizung oder Zerstörung gewisser Rückenmarkspartieen eintretenden Erscheinungen auf den Faserverlauf durch das Rückenmark zu schliessen, das hat die neueste Zeit hinreichend erkennen gelehrt und hiermit einer Menge eben so nutzloser als grausamer Vivisectionen hoffentlich ein Ende gemacht. Eben so wenig darf aber gegenwärtig auch daran gedacht werden, nach physiologischen Erfahrungen den Werth anatomischer Untersuchungen zu bemessen, nachdem es sich gezeigt hat, dass physiologische Ergebnisse, selbst wenn ihre Richtigkeit unbestritten ist, sich doch leicht den entgegengesetztesten anatomischen Anschauungen anpassen lassen. So lange die Physiologie noch so gar wenig wie gegenwärtig über die Wirkungen der Formelemente zu lehren vermag, so lange sie noch so weit davon entfernt ist, aus den Wirkungen der Elemente die Gesammtleistung eines Organs zu construiren, so lange darf sie auch nicht den Anspruch machen von ihrem Gebiete aus über die Zuverlässigkeit anatomischer Erfahrungen zu urtheilen. Die Hinweisung auf physiologische Gesetze darf bei anatomischen Darstellungen nur den Sinn haben, an die innige

Verbindung dieser beiden Disciplinen so wie daran zu erinnern, dass jedes anatomische Ergebniss mehr oder weniger für die Physiologie verwerthet werden kann.

Diese Erwägungen verbunden mit dem lebhaften Interesse, welches ein für das Leben der Wirbelthiere und des Menschen so wichtiges Organ wie das Rückenmark an und für sich einflössen musste, haben mich seit einer Reihe von Jahren veranlasst, den Texturverhältnissen desselben besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die erste Veranlassung, diese Angelegenheit aufzunehmen, gab mir der von Kölliker gegen Volkmann in Schutz genommene cerebrale Ursprung der Spinalnerven; denn diese Seite der »Rückenmarksfrage« bildet in der That den Angelpunkt derselben, mit dessen Erledigung ein ganzes Heer von Meinungsverschiedenheiten und Zweifeln für immer beseitigt werden könnte. Nachdem aber einmal der erste Schritt in dieses Gebiet hinein gethan war, lag in den gewonnenen Ergebnissen sowohl als in den dabei sich eröffnenden ferneren Aussichten und den Schwierigkeiten, die der Realisirung derselben sich entgegenzustellen schienen, ein mächtiger Impuls auf dem begonnenen Wege fortzuschreiten. Ich habe mich bei diesen durch mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Arbeiten der eben so eifrigen und unverdrossenen als erfolgreichen Mitwirkung mehrerer meiner ehemaligen Zuhörer zu erfreuen gehabt, die die Resultate, welche sie auf dem von ihnen durchmessenen Theile dieses langen Weges gewonnen, in den unten zu erwähnenden Dissertationen auch bereits veröffentlicht haben. Ganz besonders erfreulich und förderlich war mir aber die thätige Theilnahme, mit welcher Herr Dr. C. Kupffer diesen Untersuchungen sich hingab und dieselben durch die Entwickelungsgeschichte der Rückenmarkselemente zu erweitern und zu befestigen bemüht war. Alle bis dahin von hier ausgegangenen Aussprüche in Betreff der Rückenmarkstextur haben wir daher gemeinschaftlich einer abermaligen sorgfältigen Revision unterzogen; wir haben die hier in Betracht kommenden Fragen vielfach mit einander durchgesprochen, haben uns auf Zweifel und Bedenken mancherlei Art gegenseitig aufmerksam gemacht, so dass, was auf den folgenden Blättern mitgetheilt wird, das Resultat unserer gemeinsamen Untersuchungen und der Ausdruck unserer übereinstimmenden Ueberzeugung ist.

Obgleich der nächste Zweck dieser Untersuchungen *der* war, nähere Einsicht in den Bau und dadurch in die Leistungen des *menschlichen* Rückenmarks zu gewinnen, und obgleich daher ursprünglich nur dieses den Gegenstand unserer Arbeiten bildete, so waren wir doch bald veranlasst, dieselben auch über die Thierwelt und endlich über alle Classen der Wirbelthiere auszudehnen. Hierzu bestimmte uns einerseits die Erwartung, dass, wie in Bezug auf andere histologische Fragen, so auch in Betreff des Rückenmarks die Wirbelthierwelt Beispiele darbieten werde, wo die in dem Bau dieses Organs waltenden Gedanken ihren einfachsten und von jeder Zuthat befreiten Ausdruck finden. Andererseits waren wir aber auch *der* Ueberzeugung, dass nur eine Untersuchung in so weiten Grenzen und die dadurch möglich werdende Vergleichung einer grösseren Zahl von Modificationen in dem Bau dieses Körpertheils, das Bleibende und Wesentliche desselben vom Wechselnden und

Zufälligen werde unterscheiden und damit erst die Dignität der verschiedenen Organisationsverhältnisse werde erkennen lehren. Allerdings hat einer der bedeutendsten Histologen der Gegenwart[1]) wiederholentlich nicht nur im Allgemeinen davor gewarnt, im Gebiete der Anatomie der Analogie »ungebührlich« Rechnung zu tragen, sondern namentlich in Bezug auf das Rückenmark ganz davon abzustehen gerathen, von niedrigeren Thierclassen auf höhere und also auch auf den Menschen einen Schluss zu ziehen. Solche ausserordentliche Vorsicht in dieser besonderen Frage, während derselbe Schriftsteller von der Analogie den ausgedehntesten Gebrauch zu machen anderweitig mit Recht keinen Anstand nimmt, ist befremdlich. Denn dass auch Kölliker das Streben nach erweitertem Gesichtskreise in Beurtheilung specieller Organisationsverhältnisse für eines der wichtigsten und bewährtesten Principe der wissenschaftlichen Anatomie hält, dafür liesse sich aus dessen Schriften leicht eine reiche Beispielsammlung zusammenstellen. Im Ernste kann ja auch kein Zweifel darüber bestehen, dass Morphologie und Histologie von der Untersuchung der Thierwelt vorzugsweise ihr Licht empfangen, und dass der Ausspruch Haller's »anatomia brutorum plus fecit in physiologiam quam anatomia humana ipsa« auch heute noch volle Geltung hat. Haben doch gerade die Arbeiten der Neuzeit die schon von Buffon ausgesprochenen Ueberzeugung, dass man bei näherem Eingehen in den Bau der Thierwelt nicht sowohl über ihre Verschiedenheit als über ihre Uebereinstimmung erstaunen müsse, in immer weiteren Kreisen bestätigt. Wer könnte freilich auch nur bei den ersten Schritten auf diesem Gebiete sein Auge gegen die unübersehbare Mannichfaltigkeit der Mittel verschliessen, mit welchen in der lebenden Natur der gleiche Zweck erreicht, die gleiche Idee verwirklicht wird. Aber eben so wenig kann man übersehen, dass diese Mannichfaltigkeit doch ihre Grenzen hat, in dem Sinne, dass gewisse Grundverhältnisse immer wiederkehren, welches auch die Zuthaten und Hüllen sind, die dieselbe dem Blicke zu entziehen scheinen. Da aber das Rückenmark in seinem Aeusseren, in Lage, Verbindung, Umhüllung, Form, kurz in allen gröberen Structurverhältnissen bei allen Classen der Wirbelthiere und beim Menschen die auffallendste Aehnlichkeit zeigt, so ist der Schluss gewiss nicht gewagt, dass die gleiche Uebereinstimmung auch in den Texturverhältnissen desselben obwalten werde. Und wenn nun z. B. auch nur bei den niedrigsten Wirbelthieren der Uebergang der Wurzelfasern der Spinalnerven in die Nervenzellen der grauen Rückenmarkssubstanz mit aller Entschiedenheit dargethan wäre, so wäre nach unserer festen Ueberzeugung damit im Voraus festgestellt, dass dasselbe Verhältniss auch in den höheren Thieren und beim Menschen Statt finde. Sprächen »bestimmte Thatsachen« gegen diese Uebertragung, so würden wir sicherlich die Letzten sein, die die Analogie hierher auszudehnen suchten. Aber dass man beim Menschen den Zusammenhang der Nervenwurzeln mit Nervenzellen nicht gefunden, ver-

1) Kölliker in seinem Handbuch der Gewebslehre, II. Aufl. Leipzig 1855, Vorrede und S. 303.

mögen wir als Thatsache, die die Unstatthaftigkeit dieses Zusammenhanges darthue, nicht anzuerkennen und sind vielmehr der zuversichtlichen Erwartung, dass die Folgezeit die empirischen Beweise für die durchgreifende Geltung des beispielsweise erwähnten Verhältnisses durch die ganze Wirbelthierwelt hindurch nicht vorenthalten werde.

Bei der folgenden Darstellung unserer Erfahrungen werde ich daher im ersten Abschnitt, der die Textur des ausgebildeten Rückenmarks behandelt, nach vorheriger Erörterung der von uns befolgten Untersuchungsmethode und der zur Diagnose der Nervenelemente anzuwendenden Mittel, vorzugsweise zwar das Rückenmark des Menschen und der demselben am nächsten stehenden Säugethiere im Auge behalten, dabei aber auch auf andere Geschöpfe überall da verweisen, wo zur Ermittelung gewisser Seiten dieser merkwürdigen Organisation die eine oder die andere Wirbelthierclasse ihre besonderen Vorzüge hat. Die in dem zweiten Abschnitt gelieferten Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Rückenmarkselemente konnten nur auf Untersuchungen an Thieren gegründet werden. Je mehr die in diesem Theile enthaltenen Erfahrungen zur Bekräftigung der im ersten Abschnitt vorgetragenen Ansichten zu dienen scheinen, um so mehr musste ich es auch für meine Pflicht halten, die Bedenken meines jungen Freundes und Mitarbeiters gegen diese vorläufige Veröffentlichung seiner noch lange nicht abgeschlossenen embryologischen Studien über das Rückenmark zu bekämpfen. Denn wenn auch dieser seiner, wie er selbst sie bezeichnet wissen will, nur vorläufigen Mittheilung, eine umfassendere Darstellung der betreffenden Verhältnisse sicherlich folgen wird, so kann diess theils nach dem für solche Studien erforderlichen Aufwande an Zeit, theils wegen einer so eben begonnenen wissenschaftlichen Reise, die unsere gemeinsamen Arbeiten für längere Zeit unterbrechen wird, doch nicht so bald geschehen. Mir lag aber daran, dass schon jetzt gezeigt werde, wie auch die Genesis des Rückenmarks wichtige Stützen für diejenige Anschauung von seiner Textur liefert, zu der wir durch die Untersuchung des bereits ausgebildeten Organs genöthigt worden waren.

Die Frage nach den histologischen Verhältnissen des Rückenmarks, obgleich zu den jüngern im Gebiete der mikroskopischen Anatomie gehörend, hat dennoch bereits eine ziemlich umfassende Litteratur aufzuweisen und eine zusammenhängende Darstellung der mannichfaltigen Controversen, die nicht blos über die Textur dieses Organs im Allgemeinen, sondern fast über alle Verhältnisse seiner Formelemente entstanden sind, würde in mehrfacher Beziehung unterhaltend und belehrend sein. Dennoch mag ich hierauf nicht eingehen, nicht allein weil es an Darlegungen dieser Art nicht fehlt[1]), sondern weil jeder Fachgenosse im Gebiete der Histologie hiermit ohnehin hinreichend bekannt ist; einem mit diesen Detailfragen aber nicht Vertrauten auch kein Interesse für deren eingehende Auseinandersetzung zugemuthet werden kann. Indessen werde ich an den betreffenden Stellen nicht

1) Es lässt sich in dieser Beziehung namentlich verweisen auf Schroeder van der Kolk's treffliche Arbeit, Amsterdam 1854.

unterlassen zu bemerken, in wie fern die von mir ausgesprochene Ueberzeugung von den Ansichten anderer Forscher abweicht und was der Grund der oft sehr verschiedenen Deutung sei, welche verschiedene Beobachter dem gleichen mikroskopischen Bilde gegeben haben. — Für diejenigen Leser, denen es befremdlich erscheinen sollte, dsss ich so vielfach von den Vorgängern auf diesem Gebiete abweiche, kann ich nicht umhin zu bemerken, dass gerade da, wo abweichende Ueberzeugungen ausgesprochen werden, die Prüfung der betreffenden Verhältnisse oft — ich kann in der That sagen: unzählige Male — wiederholt ist. Wenn ich hinzufügen darf, dass ich nach mehrjähriger Beschäftigung mit diesem Gegenstande mich anheischig machen kann, von jedem queren Rückenmarkssegment zu bestimmen, ob es aus dieser oder jener Classe von Wirbelthieren herstammt, ob es aus höheren oder tieferen Rückenmarkspartieen herausgeschnitten wurde, so wird man, hoffe ich, einerseits nicht zweifeln, dass meine abweichende Ansicht nicht etwa aus einigen gelegentlichen und flüchtigen Beobachtungen oder gar aus blosser cupido novi hervorgegangen ist und andererseits eben so wenig erwarten bei dem ersten Blick auf ein Rückenmarkspräparat ein sicheres Urtheil über die jetzt auftauchenden Controverspunkte zu gewinnen. Wenn übrigens sicherlich Niemand mehr als ich selbst es empfindet, dass wir auch mit dem hier Gelieferten von einer erschöpfenden Kenntniss des Rückenmarks noch weit entfernt bleiben, so gebe ich mich doch der Erwartung hin, dass dasselbe bei näherer Prüfung als das Resultat gewissenhafter Studien nicht verkannt werden wird.

Was endlich die dieser Abhandlung beigegebenen Abbildungen betrifft, so wäre es nicht schwer gewesen, die Zahl derselben beträchtlich zu vermehren und durch eine hierauf gegründete reichere Ausstattung dieser Schrift die Leser im Voraus für sie einzunehmen. Indessen, da auf den folgenden Blättern es sich ganz besonders um eine abweichende Deutung von Bildern handeln wird, die den meisten bisherigen Beobachtern in ziemlich gleicher Weise sich dargeboten haben und da die in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten über das Rückenmark publicirten Arbeiten mit Abbildungen mehr oder weniger reich ausgestattet sind, so wird es wenigstens genügen, auf diese jedem Freunde der Histologie ohnehin bekannten Arbeiten hinzuweisen. Die wenigen hier beigefügten Figuren machen also durchaus nicht den Anspruch, alle oder auch nur die wichtigsten die Rückenmarkstextur betreffenden Verhältnise erschöpfend zu erläutern; sie sollen vielmehr nur diejenigen der hier vorgetragenen Ansichten begründen helfen, gegen welche wahrscheinlich der Widerspruch vorzugsweise sich richten wird.

Dorpat am $^{12}/_{24}$. Aug. 1856.

F. Bidder.

Inhaltsübersicht.

Vorwort. Seite

Erster Abschnitt. Ueber die Textur des ausgebildeten Rückenmarks 1

I. Von der bei der Untersuchung des Rückenmarks angewendeten Methode . . . . . —

II. Von dem Antheil des Bindegewebes an der Zusammensetzung der Nervengebilde 8

III. Von den Mitteln zur Unterscheidung der Elemente der Nervensubstanz von denen des Bindegewebes 24

IV. Beschreibung des Querschnittes vom Rückenmark.

a. Aeussere Form des Querschnittes 34

b. Graue und weisse Substanz im Allgemeinen 35

c. Weisse Substanz im Besonderen 37

d. Graue Substanz im Besonderen 39

1) Centralkanal 40

2) Umgebung desselben und Grundmasse der grauen Substanz 43

3) Vordere (weisse) Commissur 50

4) Vordere Hörner der grauen Substanz 54

5) Hintere Hörner 64

6) Endfaden des Rückenmarks 69

V. Untersuchung von Längsschnitten 78

a. Durch die vorderen und hinteren Hörner einer und derselben Rückenmarkshälfte . . . 79

b. Durch die vorderen Hörner beider Hälften und die vordere Commissur 88

VI. Ergebnisse aus vorstehenden Untersuchungen 93

Zweiter Abschnitt. Ueber die Entwickelung der Formelemente des Rückenmarks.

Vorbemerkungen 97

I. Erste Entwickelungsperiode: vom Beginn histologischer Sonderung bis zum Auftreten der weissen Masse 99

II. Zweite Entwickelungsperiode: vom Erscheinen der weissen Masse bis zur Ausdehnung derselben um die ganze Peripherie des Querschnittes 108

Erklärung der Abbildungen 119

Erster Abschnitt.

Ueber die Textur des ausgebildeten Rückenmarks.

I. Kapitel.

Von der bei der Untersuchung des Rückenmarks angewendeten Methode.

Wenn bei der mikroskopischen Untersuchung der zum Nervensystem gehörenden Gebilde in früheren Perioden der Wissenschaft ganz allgemein der Grundsatz galt, dass hierzu möglichst frische, d. h. möglichst bald nach dem Tode der betreffenden Geschöpfe hergenommene und durch Ausbreiten mittelst Nadeln hinreichend durchsichtig gemachte Präparate gebraucht werden müssten, wenn sogar die Anwendung aller chemischen Agentien bei solcher Untersuchung für nachtheilig gehalten, und die Widersprüche und Unklarheiten, die in der Lehre von der Rückenmarkstextur vorkommen, von jenen Mitteln abgeleitet wurden, so hat sich in unsern Tagen das Urtheil hierüber wesentlich anders gestaltet. Es hat sich nämlich nicht allein die so lange streitige Frage nach den verschiedenen die primitive Nervenfaser bildenden Bestandtheilen, namentlich nach der ursprünglichen Anwesenheit eines Axencylinders, nur durch Anwendung chemischer Mittel erledigen lassen, sondern es hat sich auch die Ueberzeugung befestigt, dass die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen in die Zusammensetzung des Rückenmarks eingehenden Formelemente — mit deren genauer Kenntniss allein das Verständniss der von dem Rückenmark abhängigen Functionen zu erwarten steht — sich an dem frischen Rückenmark, selbst mit Hülfe des gepriesenen Doppelmessers, durchaus nicht ermitteln lasse. Die Untersuchung des frischen Rückenmarks muss allerdings dazu dienen, die in die Rückenmarkstextur eingehenden Formelemente im Allgemeinen kennen zu lernen, um aber, worauf es hier ganz besonders ankommt, eine Einsicht in ihre gegenseitigen Beziehungen zu gewinnen, mussten andere Untersuchungsmittel benutzt werden. Man musste sich an das erhärtete Rückenmark wenden, an bis zu hinreichender Durchsichtigkeit dünne Segmente eines solchen; man musste den Weg einschlagen,

[illegible]lling gegangen war, ohne jedoch selbst mehrere Jahre hindurch Nachfolger zu

finden, was bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes, und bei der reichen, aber freilich nur mit grosser Mühe zu gewinnenden Ausbeute, die derselbe versprach, wohl befremden muss.

Es kam daher bei der Anwendung dieser Untersuchungsmethode zunächst darauf an, ein Mittel zu finden, durch welches das Rückenmark nicht allein soweit gehärtet würde, dass es ohne Verschiebung und Lagenänderung seiner Elemente sich schneiden liesse, sondern durch welches zugleich diese Elemente selbst so wenig geändert würden, dass sie in ihren Einzelheiten mit aller Sicherheit zu erkennen und in ihrer Nebeneinanderlage oder in ihren continuirlichen Uebergängen unzweifelhaft zu verfolgen wären. Unter allen bisher hierzu empfohlenen Mitteln, Alkohol, Holzessig, Kreosot, Sublimat u. and. scheint nach unseren Erfahrungen keins den erwähnten Anforderungen so wohl zu entsprechen wie die Chromsäure, die ein Erstarren der Gewebe ohne Aenderung der Formelemente in dem Grade bewirkt, dass selbst an den gegen äussere Einflüsse empfindlichsten Elementen, z. B. den Blutkörperchen, den Flimmerzellen, alle Einzelheiten völlig unversehrt sich darlegen. Zwar will Schroeder v. d. Kolk[1]) in solches Lob der Chromsäure keinesweges einstimmen, und leitet die Fehler und Lücken, die sich in mancher der neuesten Untersuchungen über das Rückenmark nachweisen lassen, von der Anwendung dieses Indurationsmittels her. Ich meinerseits kann diesen Vorwurf durchaus nicht gelten lassen, ohne indessen bestreiten zu wollen, dass auch durch andere Behandlungsweisen des Rückenmarks die erwünschtesten Resultate gewonnen werden können. Sollte nicht auch hier wie in andern Fällen daran zu denken sein, dass fortgesetzte Anwendung eines und desselben Verfahrens, und die daraus hervorgehende Vertrautheit mit allen Vorzügen und Nachtheilen desselben das Urtheil des Beobachters ganz besonders zu sichern im Stande ist? — Die Chromsäure wurde also bei allen unten mitzutheilenden Untersuchungen als vorbereitendes Mittel angewendet. Ich habe hierbei meine Aufmerksamkeit auch darauf gerichtet, die Stärke der mit Erfolg zu gebrauchenden Lösung zu bestimmen, weil Kölliker's[2]) Angabe, dass eine Lösung von weingelber Farbe am besten wirke, doch zu wenig Sicherheit gewährt, und Hannover's[3]) Mittheilung, dass er gewöhnlich ein Theil Säure auf 16—20 Theile Wasser, also eine 5—6% Säure enthaltende Lösung von lichtgelber Farbe, aber auch »stärkere« oder schwächere Auflösungen »ohne Schaden« gebraucht habe, mir sich nicht bestätigt hat. Vielleicht hängt diess damit zusammen, dass die Chromsäure wegen ihrer grossen Hygroskopicität sehr rasch Wasser anzieht, was natürlich die Verwendbarkeit anscheinend stärkerer Lösungen erklärt. Ich habe im Anfange meiner Untersuchungen, wo mir nur ein alter durch Wasseranziehung schmierig gewordener Vorrath von Chromsäure zu Gebote stand, auch eine 4% Lösung mit

---

1) Anatomisch Physiologisch Onderzoek over het fijnere Zamenstel en de Werking van het Ruggemerg, in: Verhandelingen der K. Akademie van Wetenschappen, Amsterdam 1855, pag. 25.

2) Mikroskopische Anatomie II, pag. 424.

3) Müller's Archiv 1840. pag. 557.

markssubstanz sich gegen die Chromsäure keinesweges gleich verhalten, dass jene nicht selten noch weich und nachgiebig ist, während diese den hinreichenden Grad von Festigkeit schon erlangt hat, ja sogar über denselben hinausgegangen ist. In diesem verschiedenen Verhalten gegen Chromsäure liegt ohne Zweifel auch der Grund, dass manche Verhältnisse der grauen Substanz, z. B. der in derselben gelegene Centralkanal, von manchen Beobachtern ganz übersehen wurden. Gegen den erwähnten Uebelstand weiss ich übrigens kein anderes Mittel zu empfehlen als Geduld, die nicht ermüdet, immer wieder aufs Neue frisch herausgenommene Organe der Einwirkung der Chromsäure auszusetzen; man darf überzeugt sein, dass dann Präparate, die allen Anforderungen entsprechen, nicht ausbleiben. — Zu rathen ist endlich noch, dass, wenn es gelungen ist ein Rückenmark oder ein anderes Organ in der Chromsäurelösung bis zur gehörigen Consistenz zu erhärten, dasselbe in eine etwa 3% Lösung von saurem chromsaurem Kali gethan werde, weil es in letzterer seine schnittfähige Beschaffenheit behält, während es bei längerem Verweilen in der Chromsäure spröde und brüchig wird.

Wenn es nun unter Beobachtung der angedeuteten Cautelen und bei Anwesenheit anderer begünstigender Zufälligkeiten gelungen ist, ein Rückenmark so weit zu erhärten, dass sich mit einem Messer bis zur Durchsichtigkeit dünne und doch zusammenhaltende Schnitte in verschiedenen Richtungen aus demselben gewinnen lassen, so ist das erste und wichtigste Erforderniss zu der beabsichtigten Untersuchung gegeben. Zur Ausführung der Schnitte dient am besten ein Rasirmesser, das richtig angesetzt und geleitet nur durch einen ausgiebigen raschen Zug, und durchaus nicht durch Druck wirken muss, und dessen beide Flächen, namentlich die obere, mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit benetzt sein müssen, um der Adhäsion des gewonnenen Rückenmarkssegmentes an dem Metall vorzubeugen. Bei Unterlassung dieser Vorsichtsmaassregel oder unvollständiger Beachtung derselben läuft man Gefahr, die besten Schnitte zu Grunde gehen zu sehen, weil dieselben auf der trockenen Metallfläche nicht in demselben Maasse sich vorwärts schieben, als sie durch den Zug des Messers gebildet werden; sie werden daher zu einem Klumpen zusammengeballt, in welchem, selbst wenn er sich wieder ausbreiten lässt, bedeutende Risse und Brüche doch selten fehlen. Es braucht übrigens wohl kaum bemerkt zu werden, dass bei aller Uebung und Gewandtheit in solcher Benutzung des Messers nicht jeder Schnitt gelingt, und noch seltner, bei grösserer Dicke des Rückenmarks, auf Schnitte zu rechnen ist, welche die ganze Breite und Dicke des Organs gleichmässig darlegen; ein Mangel, der, wenn er auch wirklich ohne Ausnahme sich darbieten sollte, doch von geringem Belang ist, weil es selbst im schlimmsten Fall nicht fehlen wird an Schnitten, die zur Construction des Gesammtbildes der Rückenmarkstextur das hinreichende Material darbieten. Bei den mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Untersuchungen über diess Organ, und bei den nach Tausenden zu zählenden Segmenten desselben, die ich mit meinen jungen Freunden angefertigt und durchgemustert habe, hat es uns keineswegs an Präparaten gefehlt, die an gleichmässiger Dünn-

heit und gleichzeitiger Erstreckung über die ganze Dicke des Organs nichts zu wünschen übrig liessen.

Ein brauchbares Segment aus dem Rückenmark muss so dünn sein, dass es, auch ohne weitere Vorbereitung unter das Mikroskop gebracht, bei 300maliger Vergrösserung seine Elementarzusammensetzung im Wesentlichen erkennen lässt. Weniger dünne Schnitte taugen nichts, weil sie durch kein nachträglich angewendetes Mittel sich hinreichend aufklären lassen. Am wenigsten aber ist hierzu die von manchen Seiten empfohlene Compression des Präparates geeignet, indem dadurch begreiflicher Weise gerade das wiederum beseitigt wird, was durch die Segmente aus dem erhärteten Organ dargelegt werden sollte, nämlich die natürliche Aneinanderlagerung der Formelemente. Ein Schnitt also, der nicht sofort etwa die Zellen in der grauen Substanz und die vordere Kreuzungscommissur erkennen lässt, mag nur weggeworfen werden, es wird doch nichts Brauchbares aus ihm zu entnehmen sein, und man lernt bald auch mit dem unbewaffneten Auge beurtheilen, ob ein Rückenmarksschnitt weiterer Behandlung werth ist.

Zu solcher Behandlung gehört ganz besonders das schon von Kölliker empfohlene Benetzen des Präparates mit einer verdünnten Lösung kaustischen Natrons oder Kalis. Die gelbbräunliche Färbung des Präparates wird nicht allein lichter durch eine Aenderung des färbenden Stoffs, die an der grünlichen Tinction des Objects zu erkennen, und vielleicht durch ein Auftreten oder Freiwerden von Chromoxyd zu erklären ist, sondern es scheint jenes Abblassen des Präparates auch davon abhängig zu sein, dass das Natron, zwischen die Formelemente eindringend, sie einigermaassen aus einander treibt, und dadurch ihre Conturen schärfer hervortreten lässt. Ganz ähnlichen Erfolg hat aber auch die diluirte Schwefelsäure, die besonders durch den aufgequollenen Zustand, in den sie alles Bindegewebe versetzt, sich brauchbar zu erweisen scheint, und überdiess noch den Vortheil gewährt, dass bei ihrer Application das Präparat sich feucht erhält und mehrere Tage hindurch zur Untersuchung geeignet bleibt, während die Natronlösung durch Verdunstung bald zu Krystallen verwandelt wird, die das Präparat trüben, mechanisch verletzen und erneuerten Wasserzusatz erfordern. Weil die Schwefelsäure bei längerer Einwirkung das Präparat endlich zerstört, habe ich dieselbe, nachdem sie ihre Pflicht gethan und das Präparat licht gemacht hatte, auch durch Wasserzusatz möglichst weggewaschen, und das Eintrocknen durch einen Tropfen Glycerin verhütet. Diess Verfahren hat sich als sehr zweckmässig erwiesen, während Glycerin für sich auf Chromsäurepräparate gar keinen Einfluss zu äussern scheint. Auch von anderen Agentien habe ich weder beim frischen noch beim erhärteten Rückenmark einen erheblichen oder gar grösseren Nutzen als von den genannten wahrnehmen können.

Die Anwendung chemischer Agentien könnte aber bei Untersuchung des Rückenmarks noch in einer anderen Beziehung aller Aufmerksamkeit werth sein. Es kommen nämlich, wie unten näher dargelegt werden wird, nicht selten Fälle vor, wo die blossen mikroskopischen Charaktere nicht ausreichen zur Entscheidung darüber, ob ein Formelement diesem

oder jenem Gewebe zuzuzählen sei, ob es zur Bindesubstanz oder zum Nervengewebe gehöre. Da würde es denn von ausserordentlicher Wichtigkeit sein, ein Mittel zu besitzen, welches die Elemente des einen oder des anderen Gewebes in so charakteristischer Weise veränderte, dass ein Verkennen derselben unter dem Mikroskop unmöglich würde. Wirklich sind nun auch solche Mittel empfohlen worden. Nachdem Schultze[1]) die Willsche Verallgemeinerung der Pettenkoferschen Gallenprobe auf ihr richtiges Maass zurückgeführt und hervorgehoben hatte, wie schon der Urheber dieser Probe die Erfahrung gemacht, dass Eiweisslösungen beim Erhitzen mit Zucker und Schwefelsäure eine ganz ähnliche violettrothe Färbung wie die Galle hervorbringen, machte derselbe darauf aufmerksam, dass nicht bloss Eiweisslösungen, sondern alle sogenannten Proteïnsubstanzen, so wie die aus sogenanntem Hornstoff bestehenden Theile und auch Elain dieselbe Färbung annehmen; dass es sich dagegen mit den leimgebenden Geweben anders verhalte, dass dieselben, durch längeres Liegen in Wasser und wiederholtes Auswaschen mit demselben von allen sie durchdringenden eiweissartigen Bestandtheilen befreit, nicht roth, sondern gelbbräunlich gefärbt werden, während sie vor dem Auswaschen eine deutlich röthliche Färbung zeigten. Hierauf gestützt hat Kölliker die Pettenkofersche Gallenprobe wiederholentlich als ein Mittel empfohlen, die bindegewebige Natur gewisser Formelemente zu bestimmen oder zu bestreiten. Indessen, wird die von Schultze zur ausdrücklichen Bedingung gemachte vorherige Entfernung aller Albuminate nicht bewerkstelligt, so ist die ganze Probe zweideutig, und dass bei dem durch Chromsäure erhärteten Rückenmarkspräparat eben so wenig als bei einem zur mikroskopischen Untersuchung bestimmten frischen Nervenpräparat von solcher vorgängigen Maceration in Wasser die Rede sein könne, ist verständlich. So habe ich denn auch graue und weisse Nervensubstanz und verschiedene Bindegewebeproben gegen das Pettenkofersche Reagens sich ganz gleich verhalten sehen, und muss daher der Ueberzeugung sein, dass mit derselben keinesweges ein Mittel dargeboten ist, die angedeuteten Schwierigkeiten bei der mikroskopischen Untersuchung des Nervengewebes zu überwinden. — Dasselbe muss ich nach meinen Erfahrungen von dem Millonschen Reagens[2]) auf Proteïnverbindungen oder Albuminate und deren Derivate sagen. Schon im Voraus ist für die Lösung der erwähnten Schwierigkeit wenig von einem Mittel zu erwarten, welches eiweisshaltige, leimgebende und Horn-Gebilde, Baumwolle, Stärke, Gummi in ziemlich gleicher Weise intensiv roth färbt, und das allein die Fettstoffe unverändert zu lassen scheint. Damit stimmt denn auch überein, dass die fettarme graue Nervensubstanz durch dieses Mittel weit intensiver roth gefärbt wird als die fettreiche weisse Substanz; aber ob in jener eine leimgebende Substanz vorwalte, in dieser neben dem Fett eine eiweissartige Masse sich finde, das ist auf diesem Wege nicht

1) Annalen der Chemie und Pharmacie 1849, Bd. 71, pag. 266.

2) Journal für pract. Chemie von Erdmann und Marchand 1849, Bd. 47, S. 350.

auszumachen. Es kommt dazu, dass nicht allein, wie schon Lehmann[1]) bemerkte, an der einzelnen fetthaltigen Nervenfaser eines mit dem Millonschen Reagens behandelten Präparates kaum eine Farbe, höchstens eine gelbliche wahrzunehmen ist, sondern dass auch an einem damit behandelten und intensiv roth gefärbten Bindegewebepräparat, nach der zur mikroskopischen Untersuchung erforderlichen Ausbreitung, eine Färbung der einzelnen Formelemente kaum wahrzunehmen ist, dieselben wegen des Zusammenschrumpfens der ganzen Masse höchstens etwas dunkler conturirt als im frischen Zustande sich ausnehmen.

Erst in der jüngsten Zeit habe ich ferner versucht, Rückenmarksstücke durch einfaches Austrocknen an der Luft so weit zu erhärten, als zur Bereitung durchsichtiger Segmente erforderlich ist. Zu diesem Verfahren, das an anderen Organen mit Ausschluss des Nervensystems zwar schon vielfach versucht, aber noch keinesweges in der Ausdehnung und mit dem Nachdrucke verfolgt ist, wie die damit zu gewinnenden, nicht selten höchst überraschenden Resultate[2]) zu fordern scheinen, leitete mich das Bedürfniss Querschnitte aus peripherischen Nervenstämmen, die zur mikroskopischen Untersuchung geeignet wären, in möglichst kurzer Zeit zu gewinnen. Zu meiner freudigen Ueberraschung waren nach 24 Stunden selbst grössere Nervenstämme schon schnittfähig, und lieferten auf Quer- und Längsschnitten Präparate, die Nichts zu wünschen übrig liessen. Später fand ich, dass auch Schroeder v. d. Kolk des schnellen Eintrocknens frischer und dünner Gehirnstückchen von Menschen und Thieren sich bedient hatte, um ohne künstliche Erfüllung der Gefässe und mit alleiniger Benutzung des in ihnen zurückbleibenden Blutes, die Vertheilung und den Verlauf der Gefässe unter dem Mikroskop möglichst wahrnehmbar zu machen. Es lag hiernach nahe, dasselbe Verfahren auch bei dem Rückenmark anzuwenden. Natürlich aber konnte nur bei Stücken von geringeren Dimensionen ein erwünschtes Resultat erwartet werden, also nur etwa bei dem Rückenmark von Fischen, Fröschen und kleineren Säugethieren, während beim Rückenmark grösserer Geschöpfe das Entweichen des Wassers wahrscheinlich nicht schnell genug erfolgen wird, um der Zersetzung im Innern des Präparates vorzubeugen. Nach Versuchen, die ich namentlich am Rückenmark des Frosches, des Hechts und kleiner Kätzchen angestellt habe, ist nach 24stündigem Hängen in der mittleren Stubenwärme von etwa 15° R. die Consistenz des verschrumpften Rückenmarks bereits vollkommen geeignet, Querschnitte mit Hülfe eines Messers zu gestatten. Dennoch scheint mir von diesem Wege für die Erkenntniss des Rückenmarksbaues nicht viel zu erwarten. Denn nach Zusatz von Wasser quillt ein solches Segment zwar ganz zu der Ausdehnung des frischen Rückenmarks auf, gewinnt aber zugleich damit auch wieder die weiche fast zerfliessende

---

1) Physiologische Chemie, Leipzig 1852, Bd. III, pag. 111.

2) Als Beispiel mag erwähnt werden, dass an Segmenten der rasch getrockneten Nasenschleimhaut die Flimmercilien des Cylinderepithels, natürlich mit Ausnahme der Bewegung, eben so vollkommen zu sehen sind wie in den glücklichsten Präparaten von eben getödteten oder noch lebenden Geschöpfen.

Beschaffenheit eines solchen, so dass das Gewicht selbst des dünnsten Deckblättchens einen die normale Anordnung der Formelemente ändernden und störenden Einfluss hat. Im Verhältniss zu den Chromsäurepräparaten des Rückenmarks lässt sich überdiess noch ein anderer Umstand gegen das einfache Eintrocknen desselben geltend machen: die Nervenzellen bleiben hell und durchscheinend, stechen nicht so entschieden gegen die Grundmasse ab und sind leichter mit Bindegewebskörperchen zu verwechseln als da, wo sie durch Chromsäure eine intensiv gelbe, ja selbst röthliche Farbe angenommen haben. Das nachträgliche Benetzen des Präparates mit Chromsäurelösung ändert darin nichts, da die gelbröthliche Farbe der genannten Gewebselemente nicht anders als nach längerer Einwirkung dieses Mittels sich einstellt.

Andere Wege das Rückenmark zur mikroskopischen Untersuchung vorzubereiten, wie namentlich Erhärtung durch Weingeist oder durch Kreosot u. dergl. stehen, wie ich nach meiner Erfahrung schon oben bemerken musste, der Chromsäure entschieden nach. Der Fäulniss bereits anheimfallende Präparate, die R. Wagner[1]) ebenfalls empfiehlt, habe ich niemals erprobt. Dass übrigens die richtige Beurtheilung der Chromsäurepräparate die Kenntniss der im frischen Zustande sich darbietenden Rückenmarkselemente zur nothwendigen Voraussetzung haben muss, versteht sich von selbst, und wenn zur vollständigen Beurtheilung der letzteren eine wenigstens 300malige Vergrösserung unerlässlich ist, so ergiebt sich, dass auch die Rückenmarkssegmente mit denselben Mitteln untersucht sein wollen. Nur dem Umstande, dass diese stärkeren Vergrösserungen nicht zur Anwendung kamen, möchte ich es zuschreiben, dass Stilling's Arbeiten nicht sofort die Anerkennung und das Vertrauen fanden, die sie nicht allein wegen der rastlosen Thätigkeit ihres Urhebers, sondern mehr noch wegen der Eröffnung eines neuen und vielversprechenden Untersuchungsweges im vollsten Maasse verdienen. Rücksichtlich der Anwendung stärkerer Vergrösserungen bei Untersuchung von Rückenmarkspräparaten kann ich daher nicht umhin, eine ganz entgegengesetze Ueberzeugung zu hegen als die neuerdings von J. v. Lenhossek[2]) ausgesprochene.

II. Kapitel.

Von dem Antheil des Bindegewebes an der Zusammensetzung der Nervengebilde.

Ehe die Beschreibung und Beurtheilung der im Vorhergehenden erwähnten Rückenmarkspräparate unternommen wird, muss eine Verständigung über die mikroskopischen Charaktere des Bindegewebes Statt finden, da hiermit allein der Weg zur richtigen Deutung der bezüglichen mikroskopischen Bilder gesichert und manchen Irrthümern im Voraus begegnet

1) A. o. a. O. pag. 193.

2) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems, Wien 1855, pag. 2.

wird. Das Bindegewebe nämlich, wenngleich wegen seiner nur physikalischen Leistungen von untergeordneter physiologischer Bedeutung, ist dennoch in anatomischer Beziehung von ausnehmender Wichtigkeit, so dass nicht allein die Genesis seiner Elemente in dem letzten Decennium einen der wichtigsten Controverspunkte im Gebiete histologischer Forschung abgegeben hat, sondern selbst über die ausgebildeten Formen dieser Elemente noch so viel Unsicherheit herrscht, dass dieselben vielfach zu andern Geweben gerechnet werden. Namentlich die Kenntniss der Nervengebilde hat unter dieser Unsicherheit zu leiden gehabt, und wird wohl noch lange in solchem Fall bleiben, nicht allein weil tiefeingewurzelte Vorstellungen sich nicht im Fluge umgestalten oder beseitigen lassen, sondern weil es in der That Formen giebt, zu deren Beurtheilung die bisher üblichen Normen nicht ausreichend erscheinen und deren richtige Deutung daher nur gesichert werden kann durch eine umfassende und eindringende Bestimmung dessen, was einerseits zum Charakter des Bindegewebes und andererseits zum Wesen der Nervensubstanz gehört.

Die seit J. Müller's allgemein adoptirtem Vorschlage, statt des früher üblichen Namens »Zellgewebe«, als »Bindegewebe« bezeichnete Substanz ist jene grauweisse, weiche, feuchte, fast klebrige, sehr dehnbare und elastische Masse, die nicht bloss die Zwischenräume zwischen den einzelnen Organen ausfüllt und denselben so wie den äusseren und inneren Körperoberflächen gleichsam schützende Hüllen verleiht, sondern welche auch die die einzelnen Organe constituirenden Bestandtheile mit einander verbindet, als ein in gewissem Sinne indifferentes Cement die Lücken zwischen den Gewebeselementen von entschieden physiologischer Bedeutung ausfüllt, und zugleich hiermit das Lager abgiebt, in welches die Gefässe eingebettet sind, und zwar die grösseren Stämme nicht allein, sondern auch die letzten capillären Verzweigungen, welche die wesentlichen Formelemente der Organe oder die Gruppen derselben umspinnen. Wenn schon dieser letztere Umstand nöthigt, dem Bindegewebe eine innige Beziehung zu dem Stoffwechsel in allen Organen zuzuschreiben, so liegt in jener Durchdringung aller Organe durch diese Substanz zugleich eine Erklärung für die Wichtigkeit, die ihr in anatomischer Beziehung beigelegt werden muss, und es ist ersichtlich, dass diese Wichtigkeit um so höher steigen muss, je mehr die Anatomie in die Elementarzusammensetzung der Organe und Gewebe einzudringen bemüht ist. Ohne Kenntniss der Formelemente des Bindegewebes ist also für kein Organ eine sichere Beurtheilung der in demselben vorkommenden mikroskopischen Bestandtheile möglich.

Zu den ersten mit den neueren Hilfsmitteln angestellten Untersuchungen der Elementartheile des Bindegewebes gehört ganz besonders die Arbeit von Jordan[1]); sie ergab als solche Elemente nur durchsichtige, wasserhelle, leicht geschlängelte, durch Zerren gerade streckbare, äusserst feine, ihrer ganzen Länge nach gleich dicke, solide Fäden, Bindegewebecylinder oder Primitivfasern, welche sich entweder durchkreuzen und sehr dichte und

1) Müller's Archiv 1834, pag. 410 u. 419.

feine Blättchen bilden, oder sich zu secundären Fasern zusammenlegen, die sich mannichfaltig durchkreuzen und ein loseres oder dichteres, verworren netzförmiges Gewebe zusammensetzen. Jordan bemerkt ausdrücklich, dass er andere Elementartheile, etwa Kügelchen oder Blättchen in dem Zellgewebe nicht habe auffinden können. — Hiermit wurde es indessen bald anders: nach mancherlei von verschiedenen Seiten vorhergegangenen Andeutungen beschrieb endlich Henle[1] eine besondere Art Fäden, die die Bindegewebsbündel umwickeln und zusammenhalten, sich durch mikroskopische und chemische Eigenschaften von den Bindegewebsfibrillen unterscheiden und mit den Elementen des elastischen Gewebes in mancherlei Hinsicht übereinkommen. Sie sind noch feiner als die Fibrillen des Bindegewebes, aber von viel dunkleren Conturen und ausgezeichnet durch die bedeutenden Windungen, die sie im isolirten Zustande zeigen. Sie lassen sich am besten unterscheiden durch ihr Verhalten gegen Essigsäure, in welcher die Bindegewebsbündel aufquellen, durchsichtig werden, ihre Faserung verlieren, während die umwickelnden Fäden unverändert bleiben. Diese verlaufen entweder spiralig um die Bindegewebebündel herum, oder zwischen und auf denselben in grösserer oder geringerer Zahl, wellenförmig oder korkzieherartig gewunden, oder knäuelförmig zusammengeballt. Ausser diesen umspinnenden und interstitiellen Fasern finden sich auf den Bindegewebsbündeln oder zwischen denselben ovale, oder halbmond- oder schlangenförmig und winkelig gebogene Körnchen und Streifen von verschiedener Länge, mit ihrem Längendurchmesser der Längenachse des Bündels parallel, in kleineren oder grösseren Abständen hinter einander liegend die formatio granulosa von Purkinje und Rosenthal[2], mitunter durch feine lange Fäden sich mit einander verbindend, wodurch Fäden mit Knötchen zu Stande kommen das fadig aufgereihte Epithelium Valentins[3]. Neben diesen als Kerne und Kernfasern oder Spiralfasern bezeichneten Elementen finden sich im Bindegewebe an gewissen Stellen auch noch die Elemente des elastischen Gewebes, nämlich Fasern von dunklen scharfen Umrissen, unveränderlich in Essigsäure, platt, abwechselnd dicker und dünner, hier und da gabelförmig sich theilend, oder auch kürzere Aeste abgebend, die ringförmig gewunden sind, und wegen ihrer stärkeren Durchmesser auch ohne Behandlung mit Essigsäure leicht zu unterscheiden sind. — An verschiedenen Körperstellen gehen aber diese Elemente in verschiedenem Mengeverhältniss in die Zusammensetzung des Bindegewebes ein, und letzteres tritt entweder in Gestalt fesserer Membranen oder stärkerer solider Stränge auf — geformtes Bindegewebe, z. B. die Rückenmarkhäute, oder füllt nur die Lücken zwischen den Organtheilen aus — formloses Bindegewebe, z. B. die Verbindungsmasse zwischen den Läppchen einer Drüse, zwischen den Fleischbündeln eines Muskels, zwischen den wesentlichen Elementen der Nervensubstanz.

---

1 Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. S. 350

2 Rosenthal, de formatione granulosa in nervis etc. Diss. inaugur. Vratislaviae 1838

3 Valentin's Repertorium. Bd. III. 1838. pag. 77 u. 349.

Die eben genannten Elemente waren mehrere Jahre hindurch die einzigen oder wenigstens die wesentlichen, welche man dem Bindegewebe glaubte zusprechen zu dürfen. Zwar war nicht unbemerkt geblieben, dass in manchen Fällen zwischen den Fasern des Bindegewebes noch eine durchsichtige Zwischensubstanz sich finde, ein wahrscheinlich durch das ganze Leben bleibender Rest des gallertartigen Blastems[1]), welches im Fötus die Grundlage des sich bildenden Bindegewebes sein sollte; oder man liess die Bindegewebsbündel durch einen festen aber formlosen Keimstoff verbunden werden[2]); oder man unterschied neben einer faserigen Substanz eine feinkörnige Grundmasse, die entweder als matte, feingranulirte moleculäre Substanz in formloser Ausbreitung, theils als ziemlich breite, ungemein durchsichtige und lichte Bänder auftrete[3]). Indessen fanden diese Bemerkungen nicht die Beachtung, die sie verdienten, Erst durch Reichert wurde dieses Verhältniss nachdrücklich hervorgehoben, indem derselbe nach Untersuchungen, die über Wirbellose sowohl als Wirbelthiere, über Bindegewebe verschiedener Körpergegenden und von verschiedenem äusseren Ansehn ausgedehnt wurden, zu dem Resultate kam[4]), dass dasselbe eine scheinbar structurlose, mit einer grösseren oder kleineren Anzahl von Kernrudimenten versehene, gleichförmige, glashelle oder feingranulirte, durchaus faserlose — (denn Henle's Spiralfasern gehören morphologisch nicht zum Bindegewebe) — und undurchbrochene Substanz darstelle, welche sich leicht in regelmässige Falten und Runzeln legt, oder doch von den Rändern aus aufrollte, bald rigider, bald mehr nachgiebig und zähe ist, bald leichter, bald schwerer oder gar nicht sich künstlich in Fasern zerlegen lässt. Das faserige Ansehn des gewöhnlichen Bindegewebes werde also nur erzeugt durch die dunkeln und hellen Streifen der in Falten liegenden homogenen Masse desselben; die bei der Zerrung und Zerfaserung darstellbaren Bündel, Fasern, Fibrillen, sind die künstlichen Producte der leicht spaltbaren Substanz.

Obgleich der Widerspruch, den diese Angaben fanden, ohne Zweifel weit über die Ueberraschung hinausging, welcher bei den Histologen zu begegnen ihr Verfasser allerdings erwartet hatte (a. a. O. pag. 74), so konnte aller Widerspruch doch die Thatsache nicht beseitigen, dass ausser den bisher aus der Bindesubstanz beschriebenen Formelementen von nun an noch ein neues, nämlich eine formlose Grundmasse unterschieden werden müsse. Es richtete sich überhaupt der Widerspruch, dem Reichert's Aussprüche begegneten, nicht sowohl gegen das Bestehen einer solchen Grundmasse, als vielmehr gegen die ausnahmslose Substituirung der Falten an Stelle der Fasern, und die unbedingte Zurückweisung dieser letzteren ins Gebiet der Artefacte; er richtete sich ferner gegen die die Schwann'sche Darstellung modificirende Ansicht von der Entstehung der Bindesubstanz, die nicht aus einer

---

1) Schwann, mikroskopische Untersuchungen, Berlin 1839, S. 134.

2) Henle, mikroskopische Anatomie, S. 349.

3) Arnold, Handbuch der Anat. des Menschen, Bd. I, Freiberg i/B. 1844, S. 199 u. 200.

4) Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe etc. Dorpat 1845, S 73.

Zerspaltung primärer Zellen in Faserbündel, sondern aus einer Verwachsung derselben mit der Intercellularsubstanz zu einer erst nachträglich sich faltenden kernhaltigen Fundamentalmasse hervorgehen sollte; er richtete sich endlich gegen das von Reichert proclamirte Continuitätsgesetz und die auf dasselbe gegründete Vereinigung von Knorpel-, Knochen- und anderen Geweben mit dem Bindegewebe. Es würde von der hier vorliegenden Aufgabe zu weit ablenken, wenn die hierüber geführten in mehrfacher Beziehung höchst interessanten Verhandlungen ausführlich dargelegt, und damit die Bindegewebsfrage durch ihre verschiedenen Phasen bis zu ihrer gegenwärtigen Stellung begleitet werden sollte. Es kann hier vielmehr nur darauf ankommen, aus jener Lehre das hervorzuheben, was der Diagnose des Bindegewebes grössere Sicherheit zu gewähren verspricht, und dahin gehört besonders der von Reichert vorzugsweise betonte Satz, dass die Fasern und Falten im Bindegewebe nicht etwas Beständiges und Wesentliches seien, und nicht selten, wenigstens stellenweise, die erwähnte homogene Grundmasse als alleiniges Constituens der Bindesubstanz auftreten könne.

Diesem Satz ist freilich unter den Histologen namentlich Henle in den von ihm für die Canstattschen Jahresberichte gelieferten Referaten mit unveränderlicher Entschiedenheit entgegentreten; vom Jahre 1845 bis 1854 hat derselbe diese »abentheuerliche« und »unbegreifliche« Ansicht bekämpft, nicht allein gegen die Gründe, welche Reichert selbst in den für Müller's Archiv geschriebenen Jahresberichten den ihm gemachten Einwürfen entgegenhielt, sondern auch gegen die Erfahrungen, die Todd und Bowmann (a. a. O. 1847, p. 61), Remak und Paulsen (ebendaselbst 1851, p. 29), Leydig und Gerlach (1854, p. 27) und andere Forscher nach und nach veranlassten, sich theilweise oder ganz den Reichert'schen Ansichten anzuschliessen. Indessen erwähnte doch auch Henle (a. a. O. 1852, p. 24), dass sich im Sehnengewebe nicht selten in die Breite ausgedehnte kernlose Schuppen finden, oder dass mehr an einander grenzende cylindrische Bindegewebsbündel durch membranöse Scheidewände getrennt werden; und wenn es von denselben allerdings heisst, dass sie in Essigsäure unveränderlich sind, also nicht dem eigentlichen Bindegewebe angehören, sondern den Spiralfasern oder dem elastischen Gewebe verwandt sind, so ist bei der zwischen diesen beiden Geweben rücksichtlich ihres Auftretens im Organismus bestehenden innigen Beziehung jedenfalls doch auch von Henle zugegeben, dass man bei Untersuchung von Substanzen, die unbedenklich zum Bindegewebe zu zählen sind, nicht nur auf Fasern, sondern auch auf eine structurlose Substanz stösst, die bald gestreift oder gefaltet, bald durchaus hell und durchsichtig erscheint, gewöhnlich matt durchscheinend und fein granulirt sich ausnimmt. — Weit unumwundener hat dagegen Kölliker, einst auch ein lebhafter Gegner der Reichert'schen Auffassung, gegenwärtig wenigstens diesen Theil derselben adoptirt. In seiner mikroskopischen Anatomie, Leipzig 1850, Bd. II, der neuesten und vollständigsten Sammlung histologischer Erfahrungen, hatte derselbe nämlich dem Bindegewebe ein eigenes Kapitel nicht gewidmet, dasselbe vielmehr nur bei der Beschreibung anderer Gewebe erwähnt, und pag. 9 bemerkt, dass das Bindegewebe in Bezug auf seine elementare

Structur zu »wenig Bemerkungen« Veranlassung gebe, dass Fibrillen »ohne alle Zwischensubstanz« die Formelemente desselben seien, oder pag. 211, dass das Bindegewebe nirgends die Natur structurloser Membrane besitze, sondern überall deutliche Eibrillen zeige. Während Kölliker indessen doch auch schon damals zugab, dass es auch ein mehr homogenes Bindegewebe gebe, auf das namentlich Reichert aufmerksam gemacht habe, hat derselbe in der zweiten Auflage seiner Geweblehre, Leipzig 1855, pag. 56 und 70 ganz förmlich eine zweite seltnere Art des Bindegewebes unterschieden, bei welcher weder Bündel noch Fibrillen deutlich unterschieden werden können, sondern nichts als ein membranartig ausgebreitetes oder in grösseren Massen auftretendes fein granulirtes oder leicht streifiges, »selbst ganz homogenes« Gewebe, Reichert'sches Bindegewebe auftrete.

Am entschiedensten hat sich gleich mit dem Auftauchen dieser Controverse und lange Zeit allein Virchow[1]) öffentlich dafür erklärt, dass es Bindegewebe gebe, das nicht faserig, sondern homogen ist, und demselben Forscher verdanken wir auch die geläuterte Einsicht in die wahre Bedeutung der anderen Reihe der im Bindegewebe vorkommenden Elemente.

Wie die Fasern nämlich, so haben auch die Kerne, Kernrudimente, Knötchen und Stäbchen oder geschwänzten Körper, die von allen neueren Beobachtern dem Bindegewebe zugesprochen wurden, und namentlich nach Behandlung mit Essigsäure deutlich hervortreten, in neuester Zeit eine veränderte Beurtheilung erfahren. Während man sie früher ziemlich allgemein für Zellenkerne, für Reste derjenigen Zellen hielt, welche entweder allein für sich oder in Verbindung mit der Intercellularsubstanz durch gewisse Umwandlungen zum eigentlichen Bindegewebe geworden waren, wies Virchow[2]) vielmehr nach, dass man es auch im reifen Bindegewebe mit kernhaltigen Zellen zu thun habe. Er machte darauf aufmerksam, dass man durch Kochen des Bindegewebes alles Faserige, Streifige, Körnige zum Verschwinden bringen, und dasselbe in eine im Innern vollkommen homogene Substanz verwandeln kann, die sich auch nicht mehr künstlich in feine Fibrillen zerlegen lässt, aber rundliche oder platte, isolirte oder anastomosirende Bündel darbietet, zwischen welchen runde oder ovale, linsenförmige, geschwänzte, verästelte und anastomisirende Zellen erscheinen. Diese also resistiren beim Kochen, während die zwischen ihnen befindliche Intercellularsubstanz bei dieser Behandlung zuerst homogen, dann aufgelöst wird. Die Zellen besitzen einen oder zwei Kerne; ihre Wand und deren Verlängerung liegt der Intercellularsubstanz so eng an, dass kein Zwischenraum zu sehen ist, und umschliesst eben so eng den Kern, so dass ausser ein Paar kleinen Fettkörnchen kein weiterer erkennbarer Zelleninhalt vorhanden ist; die Zellenfortsätze sind bald fein, bald weit, stossen von benachbarten Zellen vielfach zusammen, sind hohl, anastomosiren mit einander, und bilden also Kanäle, die bald

---

1) Archiv für pathologische Anatomie Bd. I, 1847, S. 97, Anm.

2) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg im Jahre 1851. Erlangen 1852, S. 154 u. 314.

einfache, parallele interstitielle Züge, bald ein dichtes sternförmige Knoten enthaltendes Netzwerk darstellen. In diesen Knotenpunkten sind nicht selten auch ohne weitere Behandlung die Zellenkerne wahrzunehmen, und als Gesammtbild der länglichovalen oder runden mit anastomosirenden und verästelten Fortsätzen versehenen Körperchen ist dem eines Knochendurchschnitts so vollkommen gleich, dass eine Verwechselung möglich ist. Im Voraus wird man übrigens davon überzeugt sein können, dass diese Bindegewebskörperchen an verschiedenen Körperstellen in verschiedener Zahl vorkommen, indem ihr mehr oder weniger dichtes Beisammenliegen von der Menge der zwischen ihnen auftretenden Intercellularsubstanz abhängen muss.

Während ziemlich gleichzeitig mit Virchow auch Donders zu einer ähnlichen Auffassung des Bindegewebes gelangte, suchte dagegen Henle (a. a. a. O.) die von diesen beiden Forschern vertretene Ansicht als auf Täuschung beruhend darzustellen, indem blosse Lücken zwischen den Bindegewebsbündeln für Zellen und Zellenausläufer gehalten seien. Abgesehen davon jedoch, dass Virchow[1]) selbst auf diese Fehlerquellen aufmerksam macht, so dürfte durch die Untersuchungen von Strube und His[2]) doch selbst für diejenigen, die zu Zweifeln geneigt waren, die Sache nunmehr abgethan sein. Denn solche Bindegewebskörperchen fanden sich nach diesen Untersuchungen in der Hornhaut nicht allein auf Schniten, welche die Lamellen und Bündel in senkrechter Richtung trafen, sondern eben so gut ja noch schöner auf Segmenten, die der Fläche parallel geführt waren; sie wurden ferner durch Maceration in Salzsäure oder nach 30—40 stündigem Kochen in destillirtem Wasser, wodurch die Intercellularsubstanz aufgelöst und weggeschafft wird, isolirt, als ein zusammenhängendes Gerüste, von dem durch gelinden Druck die Körperchen einzeln losgelöst werden, so dass die Cornea vielleicht noch mehr als andere bindegewebige Theile in Bezug auf Anordnung und Ausbreitung der Elemente mit dem Knochengewebe die grösste Aehnlichkeit hat.

Man darf nach allen diesem also der Ueberzeugung sein, dass Bindegewebe nicht blos da zu diagnosticiren ist, wo eine aus gekreuzten oder parallelen, gestreckten oder geschwungenen Fasern oder Fasernbündeln bestehende Masse dem Auge entgegentritt, sondern dass dasselbe eben so wohl als gefaltete und gestrichelte, oder mit fein granulirter Oberfläche versehene, oder endlich, als homogene, hyaline Substanz sich darstellen kann. Es ist diese Masse ferner durchsetzt und gleichsam in jene Bündel geschieden durch Fasern, die als Spiralfasern, elastische Fasern oder Kernfasern längst bekannt waren, von denen aber erst die neuesten Untersuchungen dargethan haben, dass sie die Ausläufer von Zellen sind, die mitunter allerdings fast ganz geschwunden oder auf unbedeutende verdickte Stellen, gleichsam Knotenpunkte, netzförmig verschlungener Fasern reducirt sind, oder als sogenannte Kerne und spindelförmige Körper auftreten, in anderen Fällen aber in allen wesentlichen

---

1) Ebendaselbst 1852, pag. 159.

2) Ebendas. 1854, pag. 90.

Elementen wohlerhaltene, mit zahlreichen getheilten und anastomosirenden Ausläufern versehene, sternförmige Zellen sind (Saftzellen des Bindegewebes).

Diese Ueberzeugung von den Merkmalen des ausgebildeten Bindegewebes darf um so eher festgehalten werden, als sie in vollkommenem Einklange steht mit der durch ältere und neuere Untersuchungen festgestellten Beschaffenheit des embryonalen Bindegewebes, und mit der Thatsache, dass manche Gewebe, und namentlich das Bindegewebe, an gewissen Körperstellen durch's ganze Leben hindurch auf der Stufe fötaler Gewebe verharren. Denn seit Schwann zuerst das embryonale Bindegewebe in Bezug auf sein Verhältniss zu der ersten Grundlage aller Gebilde untersuchte, haben alle Beobachter mit ihm übereinstimmend angegeben, dass dasselbe aus Zellen bestehe, die in eine mehr oder minder mächtige Intercellularsubstanz eingebettet sind. Allerdings gehen die Ansichten sehr weit auseinander in Betreff des Antheils, den diese beiden Bestandtheile an dem fertigen Bindegewebe haben, indem entweder mit Schwann, dem auch Kölliker in der Hauptsache beipflichtet, nicht blos die der Bindesubstanz beigemischten elastischen und Spiralfasern für Zellenformationen gehalten werden, sondern auch die eigentliche Bindesubstanz als Product der Spaltung von Zellen angesehen wird, welche auf Kosten der schwindenden Intercellularsubstanz sich vergrössert haben; oder indem mit Reichert die Bindesubstanz aus der Intercellularsubstanz, aber nach Verwachsung derselben mit der Zellenwand; oder mit Virchow und Donders aus einer Zerspaltung und Faserung der Intercellularsubstanz allein abgeleitet wird; oder indem man mit Remak die Grundmasse der Bindesubstanz als ein Product der Zellen und zwar der von ihm angenommenen secundären Membranen derselben ansieht. Während also die elastischen und Spiralfasern übereinstimmend von allen Seiten als mehr oder weniger vollständige Ueberbleibsel der primären Zellen anerkannt werden, besteht die Differenz nur darüber, ob und in wiefern die eigentliche Bindesubstanz von den Zellen und der Intercellularsubstanz allein, oder von beiden zugleich abgeleitet werden müsse. Auf diese Streitfrage näher einzugehen, gehört nicht hierher, da die Entscheidung über dieselbe ohne Einfluss auf den uns hier vorzugsweise beschäftigenden Gegenstand ist. Denn es handelt sich hier nicht um die Feststellung der Genesis des Bindegewebes, sondern nur um die Bestimmung der in verschiedenen Entwickelungszuständen desselben in ihm nachweisbaren Elemente, und um die Benutzung solcher Bestimmung zur Diagnose dieses Gewebes im reifen Zustande. Und in dieser Beziehung ist es denn nachdrücklichst hervorzuheben, dass die auf den ersten Blick höchst auffallenden Mannichfaltigkeit der das Bindegewebe zusammensetzenden Formelemente ihre Erklärung in dem Umstande findet, dass in diesem Gewebe häufiger als in irgend einem anderen die früheren Bildungsstufen selbst in dem vollkommen entwickelten Organismus bleibend beibehalten werden, dass also in verschiedenen Organen, aber auch in verschiedenem Maasse die Bindesubstanz im unreifen Zustande verharrt[1]). Virchow hatte

1) S. hierüber: Bruch in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. VI, 1854, S. 145.

solches fötales Bindegewebe mit dem besonderen Namen »Schleimgewebe« unterschieden. Kölliker[1]) erklärte sich dagegen, und ich stimme dem bei; aber nicht deshalb, weil im ausgebildeten Körper ein solches gallertiges Bindegewebe nirgends vorkäme, was entschieden unrichtig ist, sondern weil ich nicht einsehe, warum, wenn man eine Substanz als junges, embryonales Bindegewebe erkannt hat, man diese Erkenntniss durch einen besonderen Namen trüben, und dadurch zu neuen Missverständnissen Anlass geben soll.

Wenn nach solcher Verständigung über die Diagnose des Bindegewebes darnach gefragt wird, ob und in wie fern dasselbe in die Zusammensetzung der Nervencentra und namentlich des Rückenmarks eingehe, so muss man in der That überrascht sein, zu finden, dass die neueste Zeit hieran kaum gedacht, geschweige denn genauere Angaben darüber gebracht hat, obgleich in allen andern Organen neben den eigenthümlichen Elementen derselben verschiedene Formen des Bindegewebes längst nachgewiesen sind, und auch in den peripherischen Nerven nicht allein der Antheil dieser Substanz an dem Zustandekommen grösserer Nervenstämme und kleinerer Nervenbündel wohl gekannt, sondern auch das Auftauchen von mancherlei Täuschungen über die wahre Natur der Nervenelemente auf diese Quelle zurückgeführt ist. Noch auffallender erscheint aber dieses gänzliche Ignoriren des Antheils der Bindesubstanz an der Zusammensetzung der Nervencentra, wenn man sich daran erinnern lässt, dass schon vor einem halben Jahrhundert die Betheiligung des Bindegewebes an dem Aufbau des Rückenmarks den damaligen Hülfsmitteln gemäss so vollständig erkannt war, dass die heutige Geweblehre nach mancherlei Irr- und Umwegen eigentlich ganz zu dieser früheren Darstellung zurückkehren muss. Keuffel[2]) nämlich, dessen Verdienste um die Kenntniss des Rückenmarks längst anerkannt sind, hat auch in Bezug auf die vorliegende Frage höchst wichtige Erfahrungen bekannt gemacht, deren wesentlicher Inhalt schon hier eine Stelle finden muss. Das Rückenmark enthält nach ihm (S. 161) eine doppelte Substanz, eine fibröse und eine markige, von denen erstere allein die Structur des Rückenmarks bestimmt, und der letzteren halbflüssigen eine gewisse Form giebt, Zur Darstellung dieser fibrösen Substanz (Reil's Neurilem) im Rückenmark liess Keuffel ein Stück des Organs eine Woche und länger in einer Auflösung von kaustischem Kali in destillirtem Wasser liegen; schnitt dann aus demselben möglichst feine Scheiben aus, und legte diese in oft erneuertes kaltes Wasser; hierdurch so wie mit einem feinen Pinsel wurde alles Mark vorsichtig abgespült, und es blieb endlich ein netzförmiges Gewebe der feinsten Fasern übrig, von welchen die grössten von der Peripherie, also von der pia mater nach den Centrum, wo die graue Substanz ist, streben. Auch von den Seiten des Fortsatzes, den die pia mater in die vordere Rückenmarksspalte hineinsendet, gehen Fibrillen nach beiden Seiten aus, die eben so

---

1) Gewebelehre, 2te Aufl. pag. 60.

2) Reil's Archiv, Bd. X, Halle 1811, S. 123.

wie die unzählbaren feinsten Fibrillen, die von der inneren Oberfläche der pia mater entspringen, nach der grauen Substanz hingehen, wie die Radien eines Zirkels gegen den Mittelpunkt. Dabei anastomosiren sie und verbinden sich durch zahllose Seitenäste mit einander, so dass die Richtung gegen das Centrum fast ganz verschwindet, und die ganze fibröse Substanz mehr eine netzförmige Gestalt annimmt. Die einzelnen Fibrillen, deren Volumen in verschiedenen Rückenmarken und verschiedenen Regionen desselben verschieden ist, sind im Menschen durchschnittlich nicht viel dicker als ein Spinngewebefaden, so dass sie mit blossen Augen kaum unterschieden werden können; sie sind aber zuweilen auch wieder beträchtlicher. Meistens convergiren diese gegen die Centren gehenden Fibern; in der Mitte des Rückenmarks aber haben diese Fibrillen fast ganz eine netzförmige Structur und gar keine vorherrschende Direction. In der grauen Substanz sind sie so fein, dass selbst nach dem Auswaschen des Marks man sie mit unbewaffneten Auge nicht sieht, sondern nur einen weissen Fleck wahrnimmt. Die Fibrillen der weissen und grauen Substanz gehen übrigens unmittelbar in einander über (S. 177). Diese fibröse Substanz nennt Keuffel verdichteten Zellstoff oder Neurilen des Rückenmarks, welches nach der Länge des Rückenmarks laufende Stränge oder Kanälchen bildet, in denen die leicht zerfliessende Markmasse enthalten ist (S. 181). Dadurch werde auch die bekannte Erfahrung erklärt, dass nach Wegnahme der pia mater das Mark sogleich aus- und zerfliesse (S. 141). — Von dem Neurilem der Nerven unterscheide sich dieses Neurilem des Rückenmarks dadurch, dass jenes ganze feste Kanäle für die Aufnahme des weichen Markes darbiete, in diesem dagegen die Wände der Kanäle unterbrochen und nur einzelne Fibrillen übrig geblieben sind. Ein Paar Abbildungen (tab. III. fig. 3 und 4) stellen dieses die ganze Dicke des Rückenmarks durchziehende Netzwerk im Ganzen, und den der grauen Substanz allein angehörenden Theil derselben in vergrössertem Maassstabe dar.

Trotz dieser detaillirten und lichtvollen Darstellung der Verhältnisse der fibrösen Substanz des Rückenmarks und dem damit gelieferten überzeugenden Nachweise, dass Bindegewebe einen integrirenden Bestandtheil des Rückenmarks ausmache, blieb diese Erfahrung doch bei den darauf folgenden mikroskopischen Untersuchungen dieses Organs fast ganz unberücksichtigt. So lässt Henle[1]) die weisse oder Marksubstanz des Gehirns und Rückenmarks, abgesehen von den nicht zahlreichen Blutgefässen, »ganz« aus Fascikeln von Nervenröhren bestehen. Von der grauen Substanz führt derselbe Verfasser zwar verschiedene Nüançen der Färbung und mikroskopischen Zusammensetzung auf (S. 674), aber des Vorkommens von Bindegewebe in dieser Masse geschieht mit keiner Sylbe Erwähnung. Nur bei der Beschreibung der gelatinösen Rückenmarkssubstanz findet sich eine hierher zu beziehende Bemerkung. Uebereinstimmend mit Remak beschreibt nämlich Henle in Rolando's gelatinöser Substanz, namentlich in der über die hintere graue Commissur fortgehenden Lamelle

1) Allgemeine Anatomie, Leipzig 1841, S. 670.

derselben gekörnte Körperchen und dünne Primitivröhren, die er von der Arachnoidea oder pia mater, die in die hintere Spalte eindringen, ableitet. Die gleiche Masse wird auch dem Endfaden des Rückenmarks zugesprochen, dessen grösster Theil aus gelatinösen Fasern bestehe, zwischen dem aber auch viel vollkommenes Bindegewebe vorkommen soll (S. 178). Diess ist die einzige Stelle, an der, so weit ich finde, des Vorkommens von Bindegewebe in einem wesentlich zum Rückenmark gerechneten Theile in directer Weise Erwähnung geschieht. Denn wenn auch unmittelbar darauf von einem Bindegewebe die Rede ist, welches die Oberfläche der Centralorgane überzieht und Fortsetzungen ins Innere und in die Höhlen derselben schickt, so ist doch nirgends der Gedanke ausgesprochen, dass Bindegewebe einen integrirenden Theil der Nervencentra ausmache, und nirgends trifft man auf den Versuch, die mitunter zweideutigen und zweifelhaften Elementarformen derselben auf Bindegewebe zu beziehen. Selbst jene gallertartige oder dem Glaskörper ähnliche Substanz, welche das filum terminale wie eine Scheide einhüllt, scheint als besonderes Nervengewebe aufgeführt zu werden, während wir dasselbe gegenwärtig unbedenklich für Bindegewebe erklären müssen, das den Raum zwischen dura mater und Rückgratkanal ausfüllt, und bald auf den früheren Entwickelungsstufen verweilt, wo es als gallertartige Masse erscheint, bald dagegen als lockeres formloses Bindegewebe, bald endlich als gewöhnliches Fettbindegewebe auftritt.

Obgleich in den Arbeiten von Stilling, trotz der grossen Ausdauer, mit der er in den Bau des Rückenmarks einzudringen suchte, in Bezug auf die Formelemente desselben neue Aufschlüsse im Allgemeinen nicht zu erwarten sind, weil Stilling sich zu geringer Vergrösserungen bediente, so findet sich bei ihm doch eine Notiz, die wohl auf die Bedeutung des Bindegewebes für die Rückenmarkstextur hätte hinweisen sollen. Stilling spricht[1]) von einem zitzenförmigen Fortsatz, den die graue Substanz in die vordere Längsspalte des Rückenmarks hineinsendet, und sagt von ihm, dass er grossentheils aus Fortsätzen der pia mater bestehe, die gerade von vorn nach hinten verlaufen, dann schräge oder in einem Halbkreise die Gefässe und queren Nervenfasern begleiten, andern Theils in die Tiefe zwischen die einzelnen Bündel der Längs- und Querfaserzüge (der grauen Substanz) bis nahe an den canalis spinalis eindringen, neben diesem und um ihn herum Duplicaturen bilden, und sich endlich allmählich immer dünner werdend, »in der centralen grauen Substanz verlieren.« Trotzdem entsteht doch auch bei Stilling kein Zweifel darüber, dass die »grauen« Fasern wesentlich Nervensubstanz seien; sie werden alle ohne Ausnahme als solche angesehen, und ob nicht die graue Rückenmarkssubstanz, in welche ohne scharfe Grenze Fortsetzungen der pia mater eintreten, wenigstens theilweise mit dieser letzteren gleiche Textur haben könne, das wird auch für Stilling noch nicht fraglich, wie es denn auch in den das Jahr zuvor von Stilling und Wallach herausgegebenen Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1842, gleich im Eingange heisst, dass longitudinale und transversale Nervenröhren »allein«

1) Ueber die Textur und Function der medulla oblongata. Erlangen 1843, pag. 13, Anm.

das »ganze« Rückenmark von seiner untersten Spitze bis zum Anfang der medulla oblongata zusammensetzen.

Arnold[1]) unterscheidet unter den durch das Mikroskop erkennbaren Formbestandtheilen des Nervensystems neben Ganglienkugeln und Primitivfasern noch eine körnige Grundmasse, die sowohl in der weissen als grauen Substanz, obgleich in letzterer in grösserer Menge, vorkommen soll, und deren Elemente $^1/_{1500} — ^1/_{2000}'''$ messen; er spricht ferner (pag. 265) von den zahlreichen Gefässen, die namentlich im Rückenmark eine zellgewebige Grundlage zu haben scheinen, in der sie sich ausbreiten, und die in der weissen Substanz die Primitivfasern scheidenartig umgiebt; er nennt endlich diesen »Zellstoff« im Gehirn sehr zart, während er im Rückenmark mehr Festigkeit besitze, und mit den neurilematischen Röhren der Nerven übereinstimme. Aber die in der grauen Substanz vorkommenden Fasern werden doch ohne Ausnahme als Nervenprimitivfasern bezeichnet[2]), obgleich die Ueberzeugung ausgesprochen wird, dass viele für Nervenfasern erklärte Streifen nichts anderes als Gefässe sind, und obgleich schon mehrere Jahre früher derselbe Autor, im ausdrücklichen Anschluss an die Untersuchungen von Keuffel, aufs Entschiedenste es ausgesprochen hatte[3]), dass die aus Zellgewebe und Gefässen bestehende pia mater des Rückenmarks in der ganzen Länge desselben einen Fortsatz in den Grund der (vorderen) Spalte sende, der sich nach beiden Seiten in sehr viele gefässreiche Fibrillen theile, die sich in den Schenkeln der grauen Substanz ausbreiten und hier mit jenen (Fibrillen) zusammenfliesse, die von der gesammten inneren Oberfläche der pia mater entspringen und sich ebenfalls nach der grauen Substanz hinwenden. Diese gefässreichen Fasern sollten überall gegen die Seitentheile der grauen Substanz convergiren, sich vielfach unter einander verbinden und dadurch zahlreiche neurilematische Röhrchen bilden, in denen das Mark enthalten sei; so jedoch, dass diese Fibrillen und Röhrchen in der grauen Substanz viel feiner seien als in der Marksubstanz.

Wenn Arnold selbst in seinen späteren Mittheilungen die eben erwähnten Resultate seiner früheren Erfahrungen nicht so hervorhebt, wie sie es ihrer Wichtigkeit wegen erfordert hätten, so darf man sich freilich nicht wundern, dass auch andere Schriftsteller mit Stillschweigen über dieselben hinweggehen. Aber nichtsdestoweniger muss es lebhaft bedauert werden, dass dem so gewesen ist, weil die in neuester Zeit mit so grossem Eifer unternommenen Arbeiten über die Textur des Rückenmarks sicherlich schon zu bessern Resultaten geführt haben würden, wenn von vorn herein mit Entschiedenheit die Idee festgehalten worden wäre, dass man bei Untersuchung des Rückenmarks darauf gefasst sein müsse, auf Bindegewebe in verschiedener Mächtigkeit und auf verschiedenen Entwickelungsstufen zu stossen.

---

1) Handbuch der Anatomie, Bd. I, Freiburg i/B. 1844, pag. 260.

2) Ebendaselbst, Bd. II, Abth. 2, Freiburg i/B. 1851, pag. 641, 685, 677.

3) Bemerkungen über den Bau des Hirnes und Rückenmarks, Zürich 1838, pag. 11 u. 12.

Denn wie wenig trotz der von Arnold ausgegangenen Andeutungen ein solcher Gedanke Raum gewonnen hatte, das zeigt jeder Blick auf die neuesten die Rückenmarkstextur berücksichtigenden Schriften. So sagt Gerlach[1]) von der weissen Substanz, dass sie »ausschliesslich« aus Nervenröhren zusammengesetzt sei; von der grauen Substanz dagegen, dass sie zu zwei Drittheilen gleichfalls aus meist feinen Nervenfasern, zu einem Drittheil dagegen aus Nervenzellen bestehe. Wenn hiernach für andere Elemente allerdings gar kein Platz mehr übrig bleibt, so heisst es auch in Bezug auf das Gehirn, dass die weisse Substanz desselben ausschliesslich aus breiteren und feineren Nervenröhren besteht, während von der grauen Substanz ausgesagt wird, dass sie theils aus Nervenröhren, theils aus Zellengebilden bestehe, welche letzteren »natürlich« zu den Nervenzellen gehören. In diesem »natürlich«, das eben als solches nicht weiter nach Beweisen glaubt fragen zu müssen, liegt nicht allein ein Ausdruck der über die Textur der Nervencentra bisher ganz allgemein geltenden Vorstellungen, sondern es weist auch im Voraus auf die Vorurtheile hin, die dem Eingange jeder Ansicht sich entgegenstellen werden, welche neben Nervenelementen auch anderen Geweben einen integrirenden Platz in den Nervencentren zu vindiciren sucht.

Auch Kölliker thut in seinen ersten umfassenden Mittheilungen hierüber des Antheils der Bindesubstanz an der Zusammensetzung der Nervencentra keine Erwähnung. Auch er[2]) lässt die weisse Substanz des Rückenmarks ausschliesslich aus Nervenröhren, die graue Masse dagegen fast zu gleichen Theilen aus Nervenzellen und Nervenröhren gebildet werden, und wiederholt denselben Ausspruch ein Paar Jahre später mit denselben Worten[3]). Zwar sagt derselbe auch[4]) in den der mikroskopischen Anatomie des Nervensystems vorausgeschickten allgemeinen Bemerkungen, dass »überall« in der Nervensubstanz Blutgefässe in reichlicher Zahl und als Umhüllung grösserer und kleinerer Abschnitte derselben zartere oder festere Häute sich finden, die aus Bindegewebe in verschiedenen Formen und etwas elastischem Gewebe bestehen, nebstdem aber auch Gefässe und Nerven, hie und da Fett- und Pigmentzellen eingestreut enthalten, und selbst wieder Epithelien als Bekleidung zeigen. Es wird ferner auch hier erwähnt, dass die pia mater an der vorderen und hinteren Spalte in Gestalt dünner Fortsätze in das Rückenmark hineintritt. Aber nirgends ist in der speciellen Darstellung, namentlich des Rückenmarks selbst, diesen Bemerkungen Rechnung getragen, und man sucht vergebens nach einer Bezeichnung der Stelle im Innern dieses Organs, an welcher jenes Bindegewebe anzutreffen ist, oder nach einer Angabe der Merkmale, durch welche Elemente des Bindegewebes und des Nervengewebes von einander unterschieden werden könnten. Es heisst ferner (S. 407), dass in der grauen Substanz ausser

1) Handbuch der Geweblehre, II. Aufl. Mainz 1854, pag. 444 u. 447.

2) Mikroskopische Anatomie, II, pag. 410. Leipzig 1850.

3) Handbuch der Geweblehre, Leipzig 1852, pag. 274.

4) Am erstgenannten Orte pag. 391 u. 490.

den Nervenzellen auch eine feinkörnige blasse Substanz sich findet; der Zusatz jedoch, dass dieselbe mit dem Inhalt der Zellen die grösste Aehnlichkeit hat, scheint derselben die Natur der Nervensubstanz zu vindiciren, und die den Nervencentren zugesprochenen grossen Anhäufungen freier Zellenkerne werden nicht als etwas von den Nerven Verschiedenes hingestellt, am wenigsten der Bindesubstanz zugezählt. Es wird[1]) unter dem Epithelium der Hirnhöhlen eine bindegewebige Schicht zwar zugegeben, aber beim Menschen zu den »constanten pathologischen Erscheinungen geringsten Grades« gerechnet. Es heisst endlich in einer neueren Bemerkung[2]), dass die weisse Markmasse aus Nervenröhren und Blutgefässen bestehe, zu denen »bei den peripherischen Nerven« noch besondere Hüllen von Bindegewebe hinzukommen, und dass die graue Substanz in den peripherischen Ganglien »auch« verschiedene Formen von Bindegewebe als Umhüllung ihrer einzelnen Theile führe. Ich glaube, dass aus diesen Aeusserungen Kölliker's, deren Präcision manchmal allerdings grösser gewünscht werden könnte, das zur Genüge hervorgeht, dass derselbe bis dahin dem Bindegewebe einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Rückenmarksmasse nicht beimass. ihm allenfalls in den peripherischen Theilen des Nervensystems eine Stelle dieser Art liess.

In der neuesten Zeit jedoch hat Kölliker angefangen, in der grauen Rückenmarkssubstanz die Anwesenheit von Bindegewebe zuzugeben[3]). Weil diese Meinungsänderung zum Theil zwar durch die Mittheilungen Owsjannikow's, weit mehr jedoch durch die Aufklärungen veranlasst wurde, welche Virchow über die Natur des Bindegewebes gab, so wie durch dessen Untersuchungen über die Natur und das Vorkommen der corpora amylacea in den Nervencentren, so erwähne ich letztere mit wenigen Worten. Es fand Virchow nämlich, dass diese Cellulosekörperchen im Gehirn nur in der Substanz des Ependyma ventriculorum angetroffen werden[4]); dass letzteres eine zu den Geweben der Bindesubstanz zu rechnende Haut sei, auf welcher das Epithel der Hirnventrikel aufsitze, und welche nach innen ohne besondere Grenze sich zwischen die Nervenelemente hinein fortsetze. Virchow betrachtete ferner als eine Fortsetzung des Ependyma die von Kölliker als substantia grisea centralis beschriebene durchscheinende Masse im Rückenmark, die an Stelle des »nur beim Fötus vorhandenen« Rückenmarkskanales verlaufe, einen continuirlichen gallertartigen Faden bilde und am passendsten als centraler Ependymfaden bezeichnet werden könne. Wenn diese Substanz im Gehirn theils sehr feine zellige Elemente, theils eine bald dichtere bald weichere Grundsubstanz enthalte, so seien ihre Zellen im Rückenmark viel grösser und vollständiger. Virchow fährt endlich fort, dass eine weiche, der »Bindesubstanz im Grossen« zugehörende Grundmasse überall die Nervenelemente der Centren durchsetzt und zusam-

---

1) Mikroskop. Anat. S. 494.

2) Geweblehre, II. Aufl. Leipzig 1855, p. 92 u. 93.

3) Geweblehre, II. Aufl. pag. 299.

4) Virchow's Archiv, Bd. VI, Berlin 1853, pag. 136.

menhält, und dass die Angabe, die Epithelien der Hirnkammern sässen unmittelbar auf den Nervenelementen selbst, auf einer Verwechslung dieser Zwischensubstanz mit der eigentlichen Nervensubstanz beruhe.

Wie wenig jedoch auch diese Hinweisungen die bis dahin allgemein verbreiteten Ansichten durchgreifend umzugestalten vermochten, das lehrte die Fassung der jüngsten über die Textur des Rückenmarks veröffentlichten Mittheilungen. So äussert R. Wagner[1]) die Vermuthung, dass die von ihm ausser Fasern und Zellen unterschiedenen Kerne und intermediäre feinkörnige Masse ganz, oder fast ganz aus den wesentlichen Elementen der Centraltheile entfernt werden könne. Er meint, dass die feinkörnige Substanz, das Bindegewebe ersetzend, ein Bett für die Blutgefässe abgeben, und zur Separation der Ganglienzellen von einander und von den Blutgefässen dienen könne; hält es aber auch für möglich, dass die histologisch und chemisch mit dem Inhalt der Ganglienzellen übereinstimmende feinkörnige Masse die Materie zur Bildung der Nervenzellen sein könne. Eben so glaubt Wagner, dass zwar die vereinzelt vorkommenden Kerne bei den Innervationserscheinungen nicht in Betracht kommen; dass aber, wo sie in massenhaften Lagen vorkommen, sie doch eine besondere Beachtung verdienen. Man sieht, auch Wagner kann sich nicht entschliessen, die Nervennatur gewisser Rückenmarkselemente aufzugeben, obgleich für diese Natur nichts anderes spricht als das Auftreten solcher auch in anderen Organen wohlbekannter Elemente innerhalb der Rückenmarksmasse.

Noch weniger stösst man in den beiden neuesten die Rückenmarkstextur in umfassender Weise erläuternden Sehriften auf den Gedanken, dass Bindegewebe ein wesentliches Constituens dieses Gebildes sei. Obgleich Schröder v. d. Kolk in seiner trefflichen Arbeit[2]), auf die wir später noch öfters zurückkommen werden, die schon im Anfange des vorigen Jahrhunderts von Ruysch ausgesprochene Behauptung, dass die graue Substanz bloss aus feinen Gefässen bestehe, dahin wiederholt, dass dieselbe eine sehr grosse Anzahl »höchst feiner« Capillargefässe enthalte, die ein sehr manchfaltiges Netz um die multipolären Ganlienzellen bilden, so ist die damit nothwendig gesetzte Anwesenheit von Bindegewebe, welches doch auch hier, wie sonst überall, das mehr oder weniger reiche Lager für die Blutgefässe abgeben müsste, durchaus nicht weiter gewürdigt. — Lenhossek[3]) spricht zwar in Bezug auf die graue Substanz von einer structurlosen durchsichtigen Grundlage, in welcher Ganglienzellen eingebettet sind. Aber weder ist diese hyaline Grundlage in unzweideutiger Weise als Bindegewebe bezeichnet, noch leuchtet irgendwo der Gedanke durch, dass auch andere in der grauen Substanz nachweisbare Formen etwas anderes als Nervenelemente sein

---

1) Göttinger Nachrichten 1854, No. 3, pag. 28.

2) A. a. O. pag. 28.

3) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. I, med. spinalis etc. Wien 1855, pag. 8.

könnten. Nur in die Umgebung des Centralkanals verlegt Lenhossek mit Clarke eine Schicht longitudinal verlaufender »Bindegewebsfasern«, die bedeutend stärker (?) sein sollen als die Primitivnervenfasern der weissen Substanz, und eine eigenthümliche körnige Zwischenschicht, deren Elemente »kaum« als Ganglienzellen zu betrachten sind (a. a. O. p. 19 u. 20). — Endlich aber, dass auch Kölliker, wie ich vorhin sagte, erst angefangen habe, die Anwesenheit von Bindegewebe in der grauen Substanz des Rückenmarks zuzugeben, das ergiebt sich daraus, dass er in seiner Geweblehre, Leipzig 1855, p. 304, in einem Anhange zwar erklärt, dass er auch jetzt finde, dass Bindegewebe im Rückenmark verbreitet sei, und dass die ganze graue Substanz überall zahlreiche, kleine sternförmige Bindegewebszellen besitze; — nichtsdestoweniger aber mehrere Seiten vorher (p. 292 u. folgg.), die der Erläuterung der grauen Substanz des Rückenmarks eigends bestimmt sind, der Anwesenheit von Bindegewebselementen in derselben durchaus keine Erwähnung thut.

Indem ich dem schon oben erwähnten Ausspruche Virchow's, dass eine die Nervenelemente der Centra durchsetzende und zusammenhaltende, der Bindesubstanz angehörende Grundmasse, mit der eigentlichen Nervensubstanz verwechselt worden sei, vollkommen beipflichte, muss ich hinzufügen, dass solche Verwechslung nicht blos, wie Virchow hervorhebt, an der inneren Oberfläche der Nervencentra, sondern ebenso an der äussern Oberfläche derselben und mitten in der Substanz der Centraltheile, überhaupt überall, wo die sogenannte graue Nervensubstanz sich findet und zum Theil auch in der weissen Masse Statt gehabt hat. Dass Keuffel's sorgfältige Angaben über die von ihm so genannte fibröse Rückenmarkssubstanz ihre volle Richtigkeit haben, das ist mir in den letzten fünf Jahren bei den von mir selbst wiederholentlich vorgenommenen Untersuchungen der Rückenmarkstextur immer mehr zur entschiedensten Ueberzeugung geworden. Schon bei den ersten Schritten auf diesem Gebiete, bei welchen vorzugsweise der Mensch und die Säugethiere in Betracht gezogen wurden[1]), regten sich bei mir mehrfache Bedenken über die Zulässigkeit der bis dahin allgemein recipirten Meinung, dass alle in der grauen Rückenmarkssubstanz sich darbietenden Fasern und Faserzüge durchgehends nerviger Natur seien. Indessen war ich meiner Sache doch noch nicht in dam Grade gewiss, dass ich es wagen mochte, eine Aeusserung hierüber laut werden zu lassen. Bei der Fortsetzung dieser Untersuchungen in der Classe der Fische liess die Beobachtung des in die vordere und hintere Rückenmarksspalte sich einsenkenden und bis an und um dem Centralkanal zu verfolgenden Fortsatzes der pia mater keinen Zweifel daran übrig, dass Bindegewebe einen integrirenden Bestandtheil der grauen Substanz des Rückenmarks ausmache[2]). Diese Ueberzeugung wurde weiter

1) Schilling, de textura medullae spinalis, ratione inprimis habita originis quae dicitur cerebralis nervorum spinalium, Dissert. inaug. Dorpati 1852. c. tab. IV.

2) Owsjannikow, de textura medullae spinalis disquisitiones inprimis in piscibus factitatae, Dorpati 1854, c. tabb. III.

befestigt durch die Ausdehnung dieser Untersuchungen über die Frösche, bei welchen zuerst mit Bestimmtheit der unmittelbare Zusammenhang von unzweifelhaften Bindegewebsfasern mit vermeintlichen Nervenzellen dargethan, ein beträchtlicher Theil der letzteren dadurch aus der Reihe der wesentlichen Nervenelemente ausgeschieden und in die Classe der Bindegewebskörperchen übergeführt wurde[1]). Endlich brachten die am Rückenmark der Vögel untersuchten Texturverhältnisse[2]) und die schliessliche Rückkehr zur abermaligen Untersuchung desselben beim Menschen und den Säugethieren die volle Bestätigung der bei Fröschen und Fischen gemachten Erfahrungen, und der hierauf gegründeten Ansicht über die Elementarzusammensetzung dieses Organs.

Von verschiedenen Seiten also und in Folge von Untersuchungen, welche ganz verschiedene Ausgangs- und Zielpunkte hatten, ist endlich auch mit den neueren Hülfsmitteln die Ueberzeugung gewonnen und befestigt, dass Bindegewebe einen wesentlichen Antheil nicht bloss an der Bildung der peripherischen Nerven, sondern auch der Centra und namentlich des Rückenmarks nimmt. Hieraus ergiebt sich aber die unumgängliche Aufgabe bei Untersuchung der Rückenmarkstextur vor allen Dingen die in dieselbe eingehenden verschiedenen Gewebe nach ihren Elementarformen ins Auge zu fassen, die unterscheidenden Merkmale derselben, so weit sich solche bestimmen lassen, hervorzuheben, die Grenzen solcher Unterscheidung unumwunden anzuerkennen und damit im Voraus, so weit als möglich, der auf diesem verwickelten Gebiete nur zu nahe liegenden Versuchung zu begegnen, die Lücken anatomischer Erfahrung durch physiologische Ansichten auszufüllen.

III. Kapitel.

Von den Mitteln, die Elemente der Nervensubstanz und des Bindegewebes zu unterscheiden.

Es kommen hier natürlich nur die in diesen beiden Geweben nachweisbaren Zellen und Fasern in Betracht, weil die formlose Masse, in welcher das Bindegewebe theilweise auch auftritt, zu Verwechslung mit Nervensubstanz kaum noch Anlass giebt.

Die breiten doppeltconturirten Nervenfasern, die sich im sogenannten animalen Nervensystem sowohl in der Peripherie wie in den Centren desselben, namentlich in der weissen Substanz finden, sind so charakteristisch, dass sie nicht wohl verkannt und mit einem Formelement des Bindegewebes verwechselt werden können. Doch ist schon hier zu bemerken, dass von den drei Bestandtheilen dieser dunkelgerandeten Fasern, dem Axenbande, der Markscheide und der Begrenzungshaut, letztere in der Peripherie und im Centrum erheb-

1) Kupffer, de medullae spinalis textura, ratione inprimis habita indolis substantiae cinereae, c. tab. Dorpati 1854.

2) Metzler, de textura medullae spinalis avium, c. tabp. Dor. 1855.

liche Verschiedenheiten darbietet. Während bei allen Wirbelthieren in den peripherischen Nerven die Scheiden der einzelnen Primitivfasern völlig selbstständige und von dem Bindegewebe, das den ganzen Nerven umhüllt und mehr oder weniger reichlich durchsetzt, durchaus gesonderte Theile sind, die eben daher die Ausbreitung des Nerven in seine einzelnen Elemente gestatten und wesentlich erleichtern, gestalten sich diese Verhältnisse in den Centren überhaupt und in verschiedenen Thierclassen im Besonderen ganz anders. Wenn die längst bekannte Erfahrung, dass an diesen Orten die Zerfaserung in die lineären Elemente ungleich schwerer und unvollständiger gelingt, und dass diese Elemente selbst hierbei zum grossen Theil zertrümmert werden, darauf hinweisen musste, dass die Primitivscheiden an den Nervenfasern dieser Theile, wenn überhaupt vorhanden, doch ausserordentlich zart, dünn und leicht zerstörbar seien, so hat zuerst die Untersuchung des Rückenmarks der Fische und namentlich des Petromyzon mich zu der Ueberzeugung gebracht, dass selbst die breitesten Rückenmarksfasern eine besondere, jeder einzelnen Faser eigne Hülle nicht besitzen, dass vielmehr eine dem ganzen Rückenmark zukommende bindegewebige Grundlage gleich einem Schwamme zahlreiche in verschiedenen Richtungen hinziehende Hohlräume darbietet, in welche die Nervenfasern, d. h. entweder die nackten Axencylinder, oder diese zugleich mit der Markscheide eingebettet sind. Eine selbstständige Primitivscheide, durch welche die die Nervenfaser constituirenden Theile zusammengehalten werden, fehlt hier also ganz; werden bei der Ausbreitung eines Präparates aus frischem Rückenmark isolirte Fasern[1]) sichbar, so ist diess nicht anders möglich als nach Zerreissung jener gemeinsamen Grundmasse, die namentlich in der weissen Rückenmarkssubstanz im frischen Zustande zu den zartesten halbflüssigen und hyalinen Formen des Bindegewebes gehört. Diess Verhältniss lässt sich direct beobachten am frischen sowohl als am durch Chromsäure erhärteten Rückenmark, indem bei jenem mitunter streifenartige Fetzen dieser Grundmasse die Nervenfaser begleiten, welche letztere, so weit diess geschieht, auch gleichmässig conturirt erscheint, im Uebrigen dagegen gewulstete, gezackte, unregelmässige, gleichsam ausgeflossene Grenzlinien darbietet; während bei diesem die durch die Chromsäure verschrumpfte Bindemasse sich in grösseren oder kleineren Strecken von den Nervenfasern zurückgezogen hat, so dass

---

1) Allerdings hat man auch den isolirten Nervenfasern der Centraltheile eine besondere Bindegewebsscheide zugesprochen, und die äussere der beiden diese Fasern jederseits einschliessenden Grenzlinien hierauf bezogen (Hannover, recherches microscopiques sur le système nerveux; Copenhague 1844, p. 9 et 10). Dass aber diese Vorstellung nicht richtig sei, geht schon daraus hervor, dass man nun auch dieser Bindegewebscheide die Eigenschaft zuschrieb zu coaguliren und in kleine Fragmente zu zerfallen. Hannover sagt: la gaine et la moëlle se changent, ... elles se coagulent et se detachent en petits fragmens. — Von den doppelten Conturen der Nervenfasern gehören aber beide der Markscheide an; auch bei den peripherischen Nerven ist die Bindegewebsscheide der Primitivnervenfasern nur stellenweise beim Zurücktreten der Markscheide als ein blasser dritter Contur wa
bei den centralen Fasern findet er sich niemals. Einen Unterschied zwischer
centralen Fasern giebt übrigens auch Hannover zu, wenn er (p. 19) in Berna
fasern sagt: l'axe cylindrique étant ici plus fort, et la gaine plus faib

in Folge der nackt daliegenden, geronnenen und vielfach zerklüfteten Markscheide die seitlichen Conturen der Fasern als unregelmässig gebogene und unterbrochene Linien erscheinen, oder auch nach vollständigem Abbröckeln dieser Markscheide der Axencylinder ganz rein und unbedeckt hervortritt. Chromsäurepräparate des Marks scheinen mir das beste Mittel zu sein, die Gegenwart eines soliden Axenstranges als integrirenden Bestandtheils der Primitivnervenfaser mit überzeugender Klarheit darzuthun und überdiess den Beweis zu liefern, dass der Axencylinder der allein bleibende und unveräusserliche Bestandtheil der Nervenfasern ist, während Markscheide und besondere Begrenzungshaut, weil unbeständig, auch nicht für wesentliche Elemente derselben gehalten werden können.

Wenn nun aber von einem Uebersehen und Verkennen dieser breiten markhaltigen und dunkelrandigen Nervenfasern in der That die Rede kaum sein kann, so wird die Sache doch ganz anders bei den schmalen marklosen Fasern, die man wie an anderen Orten so auch in den Centraltheilen des Nervensystems kennen gelernt hat, und von denen es jetzt nicht mehr zweifelhaft ist, dass sie einerseits von den Nervenzellen der Centren entspringen und andererseits in den blassen verästelten peripherischen Nervenendigungen wiederkehren. Es sind diese marklosen Fasern nichts andres als nackte Axencylinder, die in den Centraltheilen namentlich im Rückenmark, wo sie bald mehr bald weniger weite Strecken in diesem einfachen und ursprünglichen Zustande zurücklegen, nicht eigene Scheiden haben, sondern, wie bemerkt, in die röhrenartigen Aushöhlungen der gemeinsamen bindegewebigen Grundmasse eingelagert sind. Ob die in der Peripherie vorkommenden marklosen Nervenfasern eine von dem umgebenden Bindegewebe unterschiedene besondere Scheide haben, oder ob der Anschein einer solchen nicht vielmehr durch die Begrenzung der Kanäle entsteht, die zur Aufnahme der Nervenfäden auch in der bindegewebigen Grundlage der peripherischen Organe ausgehöhlt werden, will ich nicht entscheiden, obgleich ich nicht verhehlen mag, dass das letztere mir wahrscheinlicher ist. Wie dem aber auch sei, so erscheinen diese blassen Nervenfasern oder Axencylinder als helle durchscheinende, etwas abgeplattete, bandartige, von zarten aber scharf ausgeprägten und ziemlich parallelen[1]) Grenzlinien eingeschlossene meist in gerader Richtung verlaufende Fäden, die mitunter gabelförmig sich theilen, ohne hierdurch in ihrem Durchmesser verkleinert zu werden. Ihre Breite ist verschieden, dürfte jedoch — abgesehen von den Petromyzen — nicht leicht über 0,0004″ par. hinausgehen und nicht unter 0,00012, ziemlich die äusserste Grenze messbarer Objecte, herabsinken. Wenn solche Bänder als Ausläufer unzweifelhafter Nervenzellen oder als Fortsetzungen unverkennbarer dunkelrandiger Nervenfasern sich direct beobachten lassen, so kann über ihre Natur kein Zweifel übrig bleiben. Wenn aber ein solcher Zusammenhang nicht nachweisbar ist, wenn nur kurze Verlaufsstrecken oder Bruckstücke der nackten Axen-

1) Manchmal haben indessen auch diese nackten Axencylinder bauchig verbreiterte Stellen und bekommen dadurch, obgleich nur ausnahmsweise, ein varicöses Ansehn.

cylinder vorliegen, so ist eine Unterscheidung von den Elementen der Bindesubstanz oder des elastischen Gewebes schwierig oder geradezu ganz unmöglich. Denn die Fibrillen und Bündel, oder die gröberen und feineren Falten des Bindegewebes, stimmen in Breite, Blässe, gleichartigem Ansehn so sehr mit jenen Nervenbändern überein, dass, wo ihr wellenförmig geschwungener Verlauf nicht entschieden hervortritt — was bei kurzen Bruchstücken dieser Elemente oder bei künstlich erhärtetem Bindegewebe in der Regel ausbleibt[1]) —, oder wo sie sich nicht als Fortsetzungen unzweifelhafter Bindegewebsstränge zu erkennen geben, eine Verwechslung mit nackten Axencylindern sehr leicht geschehen kann. Dieselbe Gefahr liegt auch beim elastischen Gewebe nahe, wo nicht nur die Beschaffenheit der einzelnen Fasern, sondern mehr noch der gestreckte Verlauf und die Spaltungen derselben eine Entscheidung ausserordentlich erschweren können, wenn nicht der Zusammenhang mit elastischen Fasernetzen über die Natur des fraglichen Formelements Aufschluss giebt[2]). — Endlich gehört selbst eine Verwechslung mit Capillargefässen keinesweges zu den Unmöglichkeiten, indem dieselben im frischen und blutleeren Zustande ebenfalls als platte, blasse, von ziemlich scharfen Conturen eingeschlossene Streifen erscheinen, während sie, wenn von geronnenem Blut erfüllt, dessen einzelne Körperchen nicht mehr unterschieden werden können, für die im Chromsäurepräparat nicht selten gelb tingirten Axencylinder gehalten werden können. Auch hier wird der nachweisbare Zusammenhang mit unzweifelhaften Capillargefässnetzen das allein sichere Merkmal abgeben. — Solche Verbindungen der fraglichen Formelemente mit besonderer Aufmerksamkeit zu beachten scheint mir im vorliegenden Fall

---

1) Diess ist, beiläufig bemerkt, ein Beweis mehr, dass wenigstens ein Theil jener Fasern und Falten Folge der Zerrung des frischen, weichen und nachgiebigen Gewebes ist.

2) Als Beleg für diese Aussprüche mögen einige Controverspunkte der neueren Zeit erwähnt werden. Dass die einst vielbesprochenen Remak'schen oder gelatinösen Nervenfasern und Knötchenfibrillen nichts als Bindegewebe sind, das dürfte, mit Ausnahme des Urhebers der Lehre von jenen Fasern, kaum noch von Jemand ernstlich bezweifelt werden. Dass die der Arachnoidea zugesprochenen Nervenfasern grösstentheils wohl auch nichts als Bindegewebe sind, das hat noch neulich Kölliker (Geweblehre, 2te Aufl. p. 329) bemerkt, nachdem Henle schon früher Aehnliches behauptet hatte, (Canstatt's Jahresbericht, 1846). Ich muss hinzufügen, dass selbst in der pia mater eine solche Verwechslung Statt gehabt hat, und dass die unregelmässigen Formen und der »steifere« Typus, den die Nervenfaserzüge dieses Geflechts zeigen (Lenhossek a. a. O. pag. 44 und tab. III, fig. 4) auf Bindegewebsbündel zu beziehen sind. — Den neuesten Tagesfragen entnommene Beispiele der Verwechslung von Bindegewebselementen mit Nervenfasern sind die Querstreifen an den Tastkörperchen, die Wagner und Meissner für Nervenfasern halten, während ich sie mit Kölliker (a. a. O. p. 107) für quergelagerte Kerne, d. h. für elastische oder Spiralfasern ansehe. Es gehört dahin ferner die aufs Neue wiederkehrende Controverse über die Natur der Retinastäbchen und radiären Retinafasern, an deren Nervennatur zu zweifeln, wie es in der hier erschienenen Arbeit von Blessig (de retinae textura, Dorp. 1855) geschah, freilich von H. Müller (Zeitschrift für wissensch. Zoologie, VIII, 122) als Probe ungenauer mikroskopischer Untersuchung erwähnt wird. Trotz dieser eindringlichen Mahnung kann ich nicht umhin, auch das Cortische Organ in der Säugethierschnecke hierher zu rechnen (Böttcher, de ratione, qua nervus cochleae mammaliam terminatur, Dorp. 1856), ja muss sogar die simple Nervennatur der in den Nas[illegible] des Olfactorius enthaltenen Elemente in Frage stellen (s. Seeberg, de textura mem[illegible] Dorpati 1856).

um so nöthiger, als ich nach meinen schon oben erwähnten Erfahrungen die Brauchbarkeit der zu dieser Unterscheidung empfohlenen histochemischen Mittel durchaus bestreiten muss. Wenn diese Mittel, und namentlich die Pettenkofersche Probe mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure, unter gewissen Cautelen auch brauchbar sind, um verschiedene durch einander geworfene Gewebe an der verschiedenen durch jene Behandlung hervorgerufenen Färbung zu erkennen, so ist das doch nur dann der Fall, wenn diese Substanzen in grösserer Menge zur Untersuchung vorliegen. Denn an isolirten Formelementen tritt jene Färbung so wenig entschieden hervor, dass ich meinerseits nicht wagen würde, hiernach die Natur eines Axencylinders im Gegensatz zu einer Bindegewebsfibrille oder elastischen Faser zu bestimmen[1]). Wenn also in einem zweifelhaften Fall jener nachweisbare Zusammenhang mit Gewebselementen von ganz unzweideutigem Charakter einen sicheren Aufschluss nicht gewährt, so halte ich die Entscheidung über die Natur eines solchen fraglichen Elements für unmöglich. Dieser Fall tritt nun im Rückenmark keinesweges selten ein; aber man hat diese Schwierigkeit bisher wenig beachtet, weil man stillschweigend angenommen hatte, dass Alles, was im Rückenmark vorkommt, wesentlich nerviger Natur sein müsse. Um so seltner bieten sich dagegen die Fälle dar, wo man aus dem Zusammenhange mit einer Nervenzelle oder aus dem Uebergange in eine doppelt conturirte Nervenfaser die Natur eines Axencylinders und die durch ihn bewirkte Verbindung zwischen einer Nervenzelle und Nervenfaser unzweideutig erkennt; und hier hat man im Gegentheil, von der gegen die zweideutigen Fälle dieser Art geübten Kritik ausgehend, jenen Zusammenhang durchaus geleugnet, weil er in die Vorstellung von dem cerebralen Ursprung der Rückenmarksnerven nicht hineinpasste. Es zeigt sich auch hier, wie sehr selbst auf dem Gebiete der Anatomie nicht allein die Deutung des Gesehenen, sondern auch die Beschaffenheit dessen, was man wahrgenommen zu haben meint, von den eben gangbaren Vorstellungen abhängig ist.

Wie mit den Fasern ist es auch mit den im Nervengewebe vorkommenden Zellen gegan-

---

1) Wenn man die gegen die Nervennatur fadiger Formelemente, z. B. der Retinastäbe und der Gehörzähne im Corti'schen Organ, erhobenen Bedenken in neuester Zeit damit zurückzuweisen sucht, dass man die Röhrennatur solcher Theile darzuthun sich bemüht, so holt man damit ein Zeugniss gegen sich selbst hervor. Denn es ist nun wohl Zeit, dass man die an den alten Namen »Nervenröhre« sich knüpfende Vorstellung über die wesentliche Natur der Nervenprimitivfasern aufgiebt, nachdem die Ueberzeugung festen Fuss gefasst hat, dass das Innere der Nervenfasern nicht ausschliesslich aus einem flüssig-öligen Stoff besteht, vielmehr ein solider Cylinder oder ein Band immer daneben vorkommt; dass ferner das sogenannte Nervenmark nicht einen beständigen, also auch nicht einen wesentlichen Bestandtheil der Nervenfäden ausmacht; und dass endlich auch eine gesonderte Begrenzungshaut, deren Anwesenheit die Bezeichnung »Röhre« allein rechtfertigt, in den grossen Nervencentren fehlt. Wenn also der solide Axencylinder den wesentlichen Theil der Nervenprimitivfäden ausmacht, und wenn es erwiesen ist, dass jeder besonderen Umhüllung ermangelnde, d. h. nackte Axencylinder in die Zusammensetzung von Nervengebilden eingehen, so würden gerade die röhrigen Elemente in einem solchen Gebilde von den Nervenelementen auszuscheiden sein. Man würde mit dem Nachweis einer Höhlung in solchen Elementen erst recht schlagend darthun, dass sie kaum anderes als Bindegewebskörper (Saftzellen) und deren Ausläufer sind.

gangen: sie wurden alle ohne Ausnahme für wesentliche Nervengebilde gehalten, und ihnen als solchen eine so verschiedene Grösse zugesprochen, dass die Extreme ihrer Durchmesser von 0,002‴ bis 0,06‴ par. gehen[1]), also um das 30fache variiren sollten. Man darf es wohl auffallend finden, dass nicht schon dieser Umstand darauf hinwies, dass man hierbei Gebilde von ganz verschiedener physiologischer Dignität zusammengeworfen haben müsse. Denn gleichwerthige Formelemente eines und desselben Organismus bieten nach allen bisherigen Erfahrungen solche Grössenverschiedenheiten, wie man sie hiernach den Nervenzellen zusprach, durchaus nicht dar. Zwar von den Blutzellen weiss man, dass sie bei vielen Amphibien um das Mehrfache grösser sind als dieselben Elemente der Säuger; aber es ist doch ein Unterschied, ob es sich um Grössendifferenzen gewisser Formelemente durch die ganze Thierreihe, oder um die Schwankungen handelt, welche solche Elemente in einer und derselben Thierspecies, ja in einem und demselben Individuum darbieten. Wären die Schwankungen der letzteren Art in der That so bedeutend, wie man es von den Nervenzellen glaubte annehmen zu dürfen, so müsste alle Mikrometrie der thierischen Formelemente aufgegeben und jeder bisher auf ihre Ergebnisse gegründete Schluss als unhaltbar verworfen werden. Indessen so steht die Sache glücklicher Weise noch nicht, noch dürfen wir immerhin überzeugt sein, dass, wie in anderen Erscheinungsweisen ihrer Form so auch in der Grösse, die thierischen Organismen und die einzelnen Arten ihrer gröberen und feinsten Bestandtheile an Normen gewiesen sind, die, wenn gleich nicht auf mathematisch feste Grenzen beschränkt, doch nicht Schwankungen darbieten, die zwischen 1 und 30 liegen, und dass, wo solche Grössenunterschiede wirklich vorhanden sind, sie als Beweis dafür gelten müssen, dass, welches auch sonst die äussere Aehnlichkeit solcher Formelemente sein mag, ihre innere Natur dennoch verschieden ist. So kann ich denn nicht umhin, schon a priori der Ueberzeugung zu sein, dass man unter der Bezeichnung »Nervenzellen« in neuester Zeit ganz verschiedenartige[2]) Dinge zusammengestellt hat, die nichts andres mit einander gemein haben, als dass sie — und auch diess keinesweges immer in gleich ausgeprägter Weise — die Merkmale von Zellen besitzen. Zu diesem Abwege leitete einerseits das schon öfters gerügte Vorurtheil in den Centraltheilen des Nervensystems ausser den dieselben umhüllenden Membranen nur wesentlich nervige Elemente zu erblicken; und andererseits die unvollständige Kenntniss der Elementarzusammensetzung des Bindegewebes, so dass erst in neuester Zeit Zellen und Zellenreste als wesentliche Bestandtheile desselben erkannt wurden. Alles ist also daran gelegen, die Merkmale zu ermitteln, an denen man

---

1) Kölliker, mikroskopische Anat. pag. 407.

2) So sagt Lenhossek a. a. O. pag. 8, dass es in der grauen Substanz Ganglienzellen doppelter Ordnung giebt, allgemein verbreitete und von diesen »wesentlich« verschiedene, nur an gewissen Stellen vorkommende; hierbei ist nur auffallend, dass solche wesentliche Unterschiede keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit dieser Elemente hervorriefen.

die Natur der einen oder anderen Zellenart zu erkennen vermag, und ich glaube in dieser Beziehung auf folgende Umstände aufmerksam machen zu dürfen.

Zuerst ist die verschiedene Grösse zu berücksichtigen, allerdings kommen auch bei Bindegewebs- wie Nervenkörperchen häufige und nicht unbeträchtliche Schwankungen vor; dennoch lässt sich behaupten, dass die Nervenzellen durch ihre beträchtlichere Grösse sich von den Bindegewebszellen wohl unterscheiden. Wenn wir uns vorläufig nur auf das Rückenmark beschränken, so lassen sich, mit Rücksicht auf die Unterschiede, welche diese Zellen nicht allein bei verschiedenen Classen der Wirbelthiere, sondern auch bei derselben Species darbieten, ihre längsten Diameter auf die Grenzen von 0,030‴ bis 0,008‴ anschlagen, während die Bindegewebszellen weit geringere Schwankungen von 0,003—0,004‴ zeigen. Selbst die kleinsten Nervenzellen sind hiernach noch beträchtlich, nämlich um das Doppelte, grösser als die grössten Bindegewebskörper.

Einen ferneren Unterschied bietet die Gestalt dieser beiden Zellenarten dar. Die Nervenzellen des Rückenmarks haben in der Regel eine eckige Gestalt, indem die von denselben ausgehenden Fortsätze oder Axencylinder ihnen ein sternförmiges oder strahlenkroneartiges Ansehn ertheilen. Meistens erscheinen sie dreieckig, doch kommen auch mehr oder weniger Ausläufer vor; ja dieselben können je nach der Dicke des Schnitts und der Richtung, in welcher eine Zelle getheilt wurde, wohl auch ganz fehlen. Ursprünglich und in ihren natürlichen Verhältnissen strahlenlose, sogenannte apolare Nervenzellen kommen nach meiner Ueberzeugung im Rückenmark eben so wenig vor, als ich ihre Gegenwart in andern Theilen des Nervensystems anzuerkennen vermag. Die Bindegewebskörper dagegen sind im Rückenmark eben so wie an anderen Orten zuweilen zwar auch mit mehreren Ausläufern versehen, so dass sie gleichsam die Knotenpunkte in verschiedener Richtung zusammentreffender Fasern bilden, und das ist namentlich da der Fall, wo man es mit dem lockeren formlosen Bindegewebe zu thun hat. Indessen bieten sie sich überall da, wo die Bindegewebselemente zu Strängen und Bündeln zusammengeordnet sind, als oblonge, nach zwei entgegengesetzten Seiten spindelförmig verschmälerte und in ziemlich regelmässigen Längsreihen, die dem Längendurchmesser jener Bündel entsprechen, auf einander folgende Körper dar, oder endlich sie erscheinen als oblonge oder runde, in eine formlose feingekörnte oder hyaline Grundmasse regellos eingebettete, scheinbar ganz fortsatzlose Körper. Wenn aber auch dieser Unterschied der Form nicht hinreichend scharf hervortreten sollte, so wird die Beachtung anderer Verhältnisse eine Verwechslung kaum gestatten.

An den Nervenkörpern nämlich tritt die Zellennatur ganz unverkennbar hervor. In der durchscheinenden im frischen Zustande fast ganz wasserhellen, nur mit wenigen dunkeln Molekeln versehenen, wachsartig weichen und elastischen Grundmasse, die auch in dem Chromsäurepräparat ihre ursprünglichen Eigenschaften nicht wesentlich verändert hat, liegt ein kreisrunder, von scharfer Grenzlinie umschlossener, heller und durchsichtiger Kern mit einem oder auch zwei Kernkörperchen. Der Durchmesser des Kernes beträgt durch-

schnittlich etwa ein Viertel von dem Durchmesser der Zelle selbst, ist nicht selten auch noch geringer; manchmal, für welches Vorkommen sich ein Gesetz nicht bemerklich gemacht hat, finden sich auch zwei Kerne in einer Zelle. Diese Zellen sind im Rückenmark von einer besonderen ihnen eigenthümlich angehörenden Hülle nicht umgeben, sondern in die zahlreichen und verschiedentlich gestalteten Hohlräume der gemeinsamen bindegewebigen Grundlage des Rückenmarks eingelagert. Zwar, wenn man sie in ihrer natürlichen Lage und Verbindung im frischen oder erhärteten Rückenmark untersucht, zeigen sie sich von einem dunkeln Contur umgeben. Dass derselbe aber nichts anderes als die Grenze des an die Hohlräume anstossenden Bindegewebes sei, das lehrt am überzeugendsten der Umstand, dass an ganz isolirten Zellen dieser Art niemals eine solche dunkle Linie als Ausdruck einer eigenthümlichen Hülle wahrzunehmen ist, vielmehr die Blässe und Durchsichtigkeit der Zellengrundmasse auch in ihrer Begrenzung wiederkehrt. Dass übrigens diese vermeintliche Nacktheit der Rückenmarksnervenkörper dem naturhistorischen Begriff der Zelle nicht widerspricht, sobald die Genesis dieser Elemente berücksichtigt wird, das habe ich schon früher an einem andern Orte darzulegen gesucht[1]) und muss hierzu noch bemerken, dass für eine solche Verschmelzung von Zelleninhalt und Zellenmembran, in deren Folge ein Unterschied zwischen Hülle und Inhalt nicht mehr zu erkennen ist, das Ganze vielmehr gleichartig erscheint, durch die Entwickelung der Elemente der glatten Muskeln, der sogenannten contractilen Faserzellen, ein neuer und schlagender Beweis geliefert ist. — Die Zellennatur der Bindegewebskörper ist dagegen in der Regel weit schwerer darzuthun; gewöhnlich haben dieselben, weil die Zellenmembran dem Kern dicht anliegt, nur das Ansehn von Kernen mit Kernkörperchen, ja nicht selten ist auch diess nicht mehr entschieden ausgesprochen, und man hat nur einen dunkeln, unregelmässig körnigen, eckigen oder glattrandigen, mit Ausläufern versehenen, oblongen oder rundlichen Körper vor sich, und es hat einer langen Reihe von Arbeiten bedurft, bis endlich Virchow über das Wesen dieser Formelemente unzweifelhaften Aufschluss bringen und ihre Zellennatur beweisen konnte. Wo daher in dem Rückenmark deutlich erkennbare Zellen sich fanden, da hielt man sie trotz ihrer sonstigen Eigenschaften unbedenklich für Nervenzellen. So sagt Schroeder v. d. Kolk[2]), dass »kleine dreihockige gangliëncellen zich echter door eene ingesloten kern als zoodanige verrieden«, ja Lenhossek[3]) steht selbst nicht an, Elemente, »die nach dem jetzigen Höhenstandpunkt unserer besten optischen Hülfsmittel nur mehr als freie Kerne sich darstellen und zuletzt in eine feinkörnige Substanz sich auflösen«, noch für Ganglienzellen zu halten.

Das beste Mittel aber zur Unterscheidung der Nervenzellen und Bindegewebskörperchen

---

1) Zur Lehre von dem Verhältniss [illegible] [illegible]enkugeln, Leipzig 1847, pag. 23 u. 57.
2) A. a. O. pag. 10.
3) A. a. O. pag. 8.

ist in dem Chromsäurepräparat die verschiedene Farbe derselben. Die Nervenzellen nehmen eine gelbe Farbe an, und eine um so intensivere, selbst ins Röthliche spielende, je länger die Einwirkung der Chromsäure gewährt hatte. Die Bindegewebskörperchen dagegen — obgleich das ganze Rückenmark von der dasselbe durchtränkenden und theilweise zu Chromoxyd reducirten Chromsäure gelblich grün gefärbt erscheint — bleiben ganz farblos, oder zeigen höchstens eine so schwach gelbliche Tinction, dass von einer Verwechslung mit den Nervenkörpern gar nicht die Rede sein kann. Dass dieser auffallende Unterschied zwischen den im Rückenmarke vorkommenden Zellen trotz der so häufigen Anwendung der Chromsäure bisher nicht hervorgehoben worden ist, liegt ohne Zweifel daran, dass, um die Rückenmarkssegmente durchsichtiger zu machen, dieselben der Einwirkung der Natronlösung ausgesetzt wurden, welche eben so wie Schwefelsäure — sofern nicht eine sehr diluirte Flüssigkeit und nur kurze Zeit zur Wirkung kommt — jene Farbe gänzlich auszieht und den ganzen Schnitt gleichmässig grauweiss erscheinen lässt. Jene Färbung durch Chromsäure erstreckt sich häufig auch auf den Anfang der von den Nervenzellen abgehenden Axencylinder, ein Umstand, durch den die Uebereinstimmung der Grundmasse der Zellen mit der Substanz dieses wesentlichen Theiles der Nervenfasern schlagend dargethan wird.

Es könnte aber eine Verwechslung der Nervenzellen des Rückenmarks auch mit den in diesem Centralorgan neuerdings nachgewiesenen corpora amylacea Statt finden. Diese Körperchen, deren Anwesenheit in gewissen Theilen des Gehirns zuerst Purkinie[1]) nachwies, und die derselbe ihrer durchsichtigen, runden, oder rundlich eckigen, eines Centralkerns ermangelnden Form, so wie ihrer wachsartigen Consistenz wegen, den Amylonkörnern verglich, sind von Virchow[2]) auch im Rückenmark gefunden und zwar in dem von ihm sogenannten centralen Ependymfaden, d. h. in der nächsten Umgebung des Centralkanals, häufiger jedoch im oberen als im unteren Theile desselben. Sie haben eine sehr verschiedene Grösse, die kleinsten sind so äusserst klein, dass ihnen kaum die Kerne des Ependyms, d. h. wohl die Kerne der Epithelialzellen des Centralkanals, entsprechen. Während indessen Virchow diese Körper nur bei erwachsenen Menschen fand, und sie beim Kinde eben so wie bei Kaninchen vergebens suchte (pag. 137), fand Luschka[3]) wenigstens beim Pferde viele corpora amylacea in jene Bindegewebsgrundlage eingestreut, auf welcher das Epithelium des Centralkanals ruht. — Hiernach müsste man also bei Untersuchung des Rückenmarks von Menschen und Säugethieren auf eine Begegnung mit den corpora amylacea gefasst sein. Eine Verwechslung derselben aber mit Nervenzellen würde schon wegen ihres sehr beschränkten Vorkommens unmittelbar unter dem Epithelium, wie der Hirnhöhlen so auch des Rückenmarkskanals, nur wenig zu befürchten sein. Das concentrisch gestreifte Ansehn und

---

1) Bericht über die Naturforscherversammmlung in Prag im Jahre 1837, Prag 1838, pag. 150 u. fig. 20.

2) Archiv für patholog. Anatomie, Bd. VI, pag. 135, 268, 416.

3) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns, Berlin 1855, pag. 22.

die Abwesenheit eines Kerns könnten weitere Erkennungsmittel abgeben, falls Nervenzellen oder corpora amylacea die ihnen sonst gesetzten topographischen Grenzen überschreiten sollten. — Ich muss übrigens bekennen, dass, obgleich mir die Amyloidkörper aus dem Gehirn und andern Orten wohlbekannt sind, bei der Untersuchung des Rückenmarks mir niemals, weder beim Menschen noch bei irgend einem der von mir untersuchten Thiere etwas aufgestossen ist, was ich auf diese Elemente hätte beziehen können.

Endlich muss noch bemerkt werden, dass, wie in früherer Zeit so häufig geschehn, auch gegenwärtig noch ausgeflossenes und zu kugeligen Massen geformtes Nervenmark für Zellen gehalten werden könnte. Wenn indessen diese Gefahr nach den darüber bereits gemachten Erfahrungen ziemlich fern gerückt ist, so ist dagegen eine ähnliche, obgleich in entgegengesetzter Richtung, aufgetaucht. Diess ist das massenhafte Auftreten des von Virchow[1]) sogenannten Myelin's, einer dem Nervenmark sehr ähnlichen Masse, selbst in Präparaten aus solchen Organen, in denen Nerven so spärlich enthalten sind, dass jene Masse unmöglich von ihnen hergeleitet werden kann, und dass vielmehr ihr Vorkommen im Innern auch anderer Gewebselemente als der nervigen angenommen werden muss. Schon Virchow (a. a. O. pag. 511) machte darauf aufmerksam, dass die Verwechslung der manichfaltigen Formen, unter denen diese Substanz auftritt, mit schmalen und breiten Nervenfasern, mit corpora amylacea, Retinastäbchen u. s. w. sehr nahe liege. Nicht selten mag auch wirklich Nervengewebe da diagnosticirt worden sein, wo nur dieser in anderen Gewebselementen enthaltene Markstoff auftrat. Ist aber das Aufquellen im Wasser für diese Substanz besonders charakteristisch, und zeigen sich nur unter dieser Bedingung jene sonderbaren Formen derselben, so darf es als ein Vorzug der Chromsäurepräparate gerühmt werden, dass diese Fehlerquelle bei ihnen ausgeschlossen ist. Denn wie Virchow selbst bereits anführt (pag. 567) macht die Chromsäure diese Masse gelb, hart und starr, und der erst hiernach erfolgende Wasserzusatz bringt kein Aufquellen mehr hervor. Bei Präparaten aus einfach getrocknetem Rückenmark, die mit Wasser angefeuchtet werden, ja selbst da, wo nur Stücke der pia mater vorzuliegen scheinen, stellen sich dagegen alle jene täuschenden Formen dar, und bei den schon früher erwähnten Uebelständen, die mit dieser Behandlungsweise des Rückenmarks verbunden sind, muss diese neue Quelle von Täuschungen das ganze Verfahren zu einem sehr zweideutigen machen. Bemerken möchte ich schliesslich noch, dass das durch Virchow beobachtete Hartwerden und Erstarren des Myelins durch Chromsäure dafür spricht, dass dasselbe nicht sowohl dem Nervenmark als dem Axencylinder entspricht, da in Chromsäurepräparaten von Gehirn und Rückenmark nur dieser Centralfaden der Nervenprimitivfasern starr erscheint, jener im frischen Zustande halbflüssige Stoff dagegen zu einer bröckeligen Masse verschrumpft, die von dem Axencylinder leicht abfällt und denselben nackt zurücklässt.

---

1) Archiv für path. Anat. Bd. VI, 1854, pag. 562.

IV. Kapitel.

Beschreibung des Querschnittes vom Rückenmark.

Nachdem im Bisherigen eine Verständigung über die im Rückenmark zu erwartenden Formelemente und über die Mittel zu ihrer Erkennung und Unterscheidung versucht ist, kann nunmehr zur Analyse von Segmenten aus dem durch Chromsäure erhärteten Rückenmark selbst geschritten werden. Wir fassen zuerst den Querschnitt ins Auge, weil derselbe in ausgedehnterem Maasse als andre Segmente Einsicht in die Textur des Rückenmarks gewährt, und wollen nur die allgemeinen Züge des sich hier darstellenden Bildes wiedergeben, indem die Modificationen, die dasselbe in verschiedenen Gegenden des Rückenmarks und in verschiedenen Wirbelthierclassen zeigt, nur gelegentlich, wo das Verständniss des Gesammtbaues es erfordert, herbeigezogen werden sollen.

a. Aeussere Form des Querschnitts.

Bei keinem Geschöpf behält das Rückenmark in der ganzen Länge seines Verlaufs die gleiche Dicke, vielmehr zeigt es regelmässig zwei Anschwellungen, welche der Ausbildung der vorderen und hinteren oder oberen und unteren Extremitäten und der Stärke der in dieselben eintretenden Nerven entsprechen. Es schwillt ferner gegen die medulla oblongata und das Gehirn beträchtlich an, während es gegen das untere oder hintere Ende hin sich verjüngt und in einen feinen Endfaden ausläuft. Wenn auch zwischen den Anschwellungen das Rückenmark gewöhnlich die Form eines Cylinders mit kreisförmiger Basis besitzt, so vergrössert sich an den Anschwellungen selbst der Breitendurchmesser desselben doch so sehr, dass die Gestalt eines von vorn nach hinten stark abgeplatteten Cylinders deutlich hervortritt; ja bei manchen Fischen, z. B. Petromyzon und Ammocoetes, erreicht diese Abplattung den Grad, dass das ganze Rückenmark durchgehends einem bandartigen Streifen ähnlich wird. Welches aber auch die Gestalt des Querschnitts sei, immer ist derselbe durch ein Paar Spalten, die an dem vorderen und hinteren Umfange des Rückenmarks, einander gerade gegenüberliegend, in das Innere desselben eindringen, in zwei gleiche Seitenhälften getheilt, welche durch ein in der Mitte des Rückenmarks zwischen dem Grunde jener Spalten ungetheilt bleibendes Stück mit einander vereinigt sind. Die vordere Spalte ist weiter, die hintere enger; beide sind an ihrem Grunde etwas bauchig erweitert. Andere Spalten oder Furchen sind an dem wohlgelungenen Querschnitt mit unbewaffnetem Auge durchaus nicht zu erkennen. Das ganze Rückenmarkssegment ist ferner an seinem äusseren Umfange von einem Ringe umgeben, der der pia mater angehört, welche im Uebrigen zwar mit der Aussenfläche des Rückenmarks keine Verbindung einzugehen, sondern derselben locker anzuliegen scheint, gegenüber jenen beiden Spalten aber von ihrer inneren Seite ein Paar Fortsätze aussendet, die in die Spalten eindringen und schon mit unbewaffnetem Auge sich

bis zum Grunde derselben verfolgen lassen; unter dem Mikroskop zeigen sich indessen eine grosse Menge zarter Fäserchen, die von jener Hülle zum Rückenmark selbst hinübergehen. Gerade an dem Eingange zur vorderen, gewöhnlich auch gegenüber der hinteren Spalte, und überdiess an verschiedenen in unregelmässigen Abständen von einander entfernten Stellen, finden sich in der pia mater grössere oder kleinere runde oder oblonge Lücken, die Durchschnitte von Gefässen, welche nach der Länge des Rückenmarks verlaufen. Nicht selten findet man diese lumina ausgefüllt mit Klumpen coagulirten Bluts, in welchem selbst die einzelnen Blutkörperchen wohlerhalten sich zeigen. Diese Gefässe sind, was die verschiedene Dicke ihrer Wandungen lehrt, theils Arterien, theils Venen, und von ihnen gehen Zweige ab, die in horizontaler Richtung theils direct in die äusseren Rückenmarkslagen eindringen, theils an den Fortsätzen der pia mater, namentlich dem in die vordere Spalte eindringenden, zur grauen Rückenmarkssubstanz sich begeben oder von derselben zurückkehren. An bestimmten Stellen der Peripherie des Querschnitts sieht man ferner zuweilen, je nachdem der Schnitt die Abgangsstellen der Nerven traf, Reste der austretenden Nervenwurzeln als rundliche Segmente anhängen; oder es sind aus der unteren Parthie des Rückenmarks genommene Schnitte auch wohl ringsum von den Querschnitten der die cauda equina bildenden Nervenwurzeln umgeben.

b. Graue und weisse Substanz im Allgemeinen.

Der Unterschied zwischen grauer und weisser Rückenmarkssubstanz tritt in dem Chromsäurepräparat schon dem unbewaffneten Auge mit grosser Entschiedenheit entgegen. Die sonst weisse Substanz erscheint in einer um so intensiver olivengrünen Farbe, je länger die Chromsäure eingewirkt hatte und je stärker die angewendete Lösung gewesen war; die graue Substanz dagegen ist ungleich heller, gelblich grün gefärbt. Die letztere Färbung nimmt vorzugsweise den innern Theil des Rückenmarks ein, bildet gleichsam den Kern desselben, hat indessen in verschiedenen Thieren und Rückenmarksgegenden sowohl verschiedene räumliche Ausdehnung und Gestalt, so dass nicht einmal überall vordere und hintere Hörner sich unterscheiden lassen, als auch verschiedenes Verhältniss zur weissen Masse, so dass sie bald durch stärkere Lagen weisser Substanz von der Aussenfläche des Rückenmarks getrennt wird, bald die weisse Masse durchsetzend bis an die Peripherie des Rückenmarks reicht. Letzteres ist namentlich häufig mit den Spitzen der Hinterhörner der Fall, während von dem übrigen Umfange der grauen Masse und besonders von den vorderen kolbigen Enden der Vorderhörner schmale streifenartige Fortsätze, meistens in gestreckter Richtung, zuweilen in geschlängeltem und anastomosirendem Verlaufe die weisse Masse durchziehen. Durch diese Ausläufer erhält die graue Substanz ein unregelmässig sternförmiges oder strahlenkronenartiges Ansehn mit verschiedentlich starken und ungleichmässig vertheilten Radien, deren äussere Enden in der Peripherie des Rückenmarks auf einen schmalen ebenfalls aus grauer Masse gebildeten Ring treffen. Dicht unter der pia mater nämlich findet sich eine

Lage derselben Substanz, die bei niederen Wirbelthieren, Fischen und Amphibien breiter, bei höheren schmäler und fast bis zum Verschwinden fein ist. Daher ist dieser Ring, obgleich schon Monro[1]) an dem Rückenmarksquerschnitt frisch getödteter grosser Thiere, z. B. Ochsen, unter der dünnen Haut eine beträchtliche Menge aschgrauer Substanz fand, und demgemäss von dem Rückenmark behauptete, dass es im Ganzen genommen seiner Structur nach mit dem Gehirn übereinkomme, von spätern Beobachtern theils ganz unerwähnt geblieben und theils geradezu geläugnet[2]). — In dem Centrum dieser grauen Masse, also mitten im Rückenmark, gerade zwischen den gegen einander gerichteten Längsspalten trifft man in jedem Querschnitt eine Lücke von verschiedener Form und Grösse, die mitunter zwar dem unbewaffnetem Auge entschwindet, häufig jedoch an gewissen Stellen des Marks, nämlich den Anschwellungen und gegen den Sinus rhomboideus hin, schon ohne künstliche optische Mittel vollkommen deutlich wahrzunehmen ist. Diese Lücke gehört dem centralen Kanale an, der von der Spitze des calamus scriptorius an das Rückenmark seiner ganzen Länge nach durchzieht und bis in das filum terminale hineinreicht.

Das Mengenverhältniss dieser beiden Rückenmarkssubstanzen zu einander und die Formen, die dieselben auf dem Querschnitt zeigen, bieten nicht allein bei verschiedenen Thieren, sondern auch bei demselben Geschöpf an verschiedenen Stellen des Rückenmarks und in verschiedenen Altersperioden sehr bedeutende Verschiedenheiten dar. Abbilddungen hiervon, dem ausgebildeten menschlichen Rückenmark entnommen, lieferten Bellingeri[3]) und Arnold in seinen bekannten Tabulae anatomicae. Das Interesse, das man früher diesem Verhältnisse zuwandte, muss sich natürlich sehr vermindern mit der Einsicht, dass die graue Substanz der Hauptmasse nach nichts weiter als ein gefässreiches Bindegewebslager für gewisse Nervenelemente ist; und so dürfte es denn gegenwärtig genügen, darauf hinzuweisen, dass dieselbe an den Rückenmarksanschwellungen, wo wegen der stärkeren und zahlreicheren von hier ausgehenden Nerven auch zahlreichere Zellen vorkommen, stärker entwickelt ist als an andern Stellen; dass ihre Menge im untersten Theil des Rückenmarks die der weissen Substanz so sehr überwiegt, dass letztere nur einen schmalen Ring um den grauen Kern bildet, während ihre relative Menge nach dem Gehirn hin immer mehr gegen die zunehmende Masse der weissen Substanz zurücktritt. Letztere ist vom unteren (hinteren) bis zum oberen (vorderen) Ende des Rückenmarks in steter Zunahme begriffen, was in Zahlen auszudrücken mir ganz unmöglich scheint, weil wegen der ganz unregelmässigen Grenze zwischen weisser und grauer Substanz genaue Messungen des von beiden auf dem Quer-

---

1) Bemerkungen über die Structur und die Verrichtungen des Nervensystems, aus dem Englischen, Leipzig 1787, pag. 22 u. 23.

2) Remak, observationes anatomicae et microscopicae. Berolini 1838, pag. 11, adnot. 18.

3) Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Rückenmark und seine Nerven, deutsch bearbeitet von Kaulla, Stuttgart 1833, Tab. I.

schnitt eingenommenen Raumes gar nicht auszuführen sind[1]). Dass die Dicke des Rückenmarks in einem bestimmten Verhältniss zu den abgehenden Nerven stehe, ist an den beiden Hauptanschwellungen am Entschiedensten wahrzunehmen. Uebrigens glaubte Gall nicht allein bei Vögeln[2]), sondern auch am menschlichen Rückenmark[3]) bemerkt zu haben, dass die Umrisse desselben wellenförmig gebogen seien, und dass das Rückenmark an der Ursprungsstelle jedes Nerven eine kleine kaum merkliche Anschwellung bilde. Auch Valentin[4]) spricht von Höckerandeutungen, die bisweilen successive der Länge nach auf einander folgen.

Eben so verschieden wie dem unbewaffneten Auge erscheinen diese beiden Substanzen auch unter dem Mikroskop.

c. Weisse Substanz im Besonderen.

Die weisse Substanz hat ein Ansehn, welches dem schon von Keuffel gebrauchten Vergleiche mit dem Querschnitt eines spanischen Rohrs sehr wohl entspricht. Es zeigen sich nämlich tiefdunkele Ringe mit einer gewöhnlich hellen mitunter aber auch getrübten oder selbst gelblich gefärbten Mitte. Der Durchmesser dieser Ringe bietet mit Ausnahme der Petromyzen nicht besondere Unterschiede dar, obgleich im Allgemeinen allerdings die gegen den äussern Umfang des Rückenmarks gelegenen Ringe grösser genannt werden dürfen als die gegen die graue Substanz gerichteten. Die Ringe liegen ziemlich dicht an einander gedrängt, immer jedoch bleiben zwischen ihnen Interstitien, die bald vollkommen durchsichtig erscheinen, bald von einer Substanz ausgefüllt sind, die neben schwach gelblicher Färbung

---

1) So dankenswerth daher auch der Versuch von Kölliker ist, durch Ausmessen des auf Querschnitten aus verschiedenen Gegenden des Marks von der weissen Substanz eingenommenen Raumes, eine Ueberzeugung von dem Mengenverhältniss derselben zu der Masse der austretenden Nerven und zugleich von der steten Zunahme der weissen Masse gegen das Gehirn hin zu gewinnen, so können die hieraus hervorgegangenen Angaben doch nur als annäherungsweise Schätzung gelten. S. Kölliker in Würzburger Verhandlungen Bd. I, pag. 198, und Mikroskop. Anat. fig. 131; Schilling, de medullae spinalis textura pag. 10 seqq.

2) Gall et Spurzheim, anatomie et physiologie du système nerveux etc. Paris 1810, tom. I, pag. 54: Dans la moëlle épinière des poules les renflemens sont plus distincts dans la region des lombes et dans l'endroit d'ou sortent les nerfs des ailes; quoiqu' à partir de ce point la masse des nerfs du col diminue de vertèbre en vertèbre jusqu' au grand trou occipital, cependant les renflemens partiels de chaque ganglion sont toujours assez visibles pour qu'un oeil attentif puisse les distinguer. Ainsi chaque paire des nerfs a également son origine particulière dans la moëlle grise ou dans un ganglion particulier, et tous sont reunis par des branches communiquantes afin de pouvoir influer les uns sur les autres. La nature a suivi exactement la même marche dans le système nerveux de la colonne vertébrale des mammifères et de l'homme; cette organisation n'est soumise à aucune exception. — Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit zu bemerken, dass Gall's Schriften in unsern Tagen zu sehr in Vergessenheit gerathen sind; sie enthalten immerhin eine Menge sorgfältig gesammelter anatomischen Materials.

3) Derselben Verff.: Recherches etc. Paris 1809, pag. 263.

4) Hirn- und Nervenlehre als 4ter Band von Sömmerring's Anatomie, pag. 227.

entweder fein gestrichelt oder von unregelmässig höckeriger Oberfläche sich zeigt. Diese Ausfüllungsmasse bildet ein durch die ganze weisse Substanz durchgreifendes Continuum, so dass die erwähnten Ringe eigentlich nur in Lücken dieser Substanz eingebettet sind. Die Begrenzung dieser Lücken wird mitunter auch von einer einfachen dunkeln Kreislinie angezeigt, die jene Ringe entweder vollständig oder wenigstens zum Theil umgiebt. Nicht selten, namentlich gegen den Rand des Schnittes, wenn derselbe nicht bis zur Peripherie des Rükkenmarks gieng, sondern schon vorher inmitten der weissen Substanz sein Ende erreicht hatte, waren die Ringe aus den betreffenden Lücken herausgefallen, und die erwähnte Ausfüllungsmasse hatte dann ein honigwabartiges Ansehn mit theils ringsum geschlossenen kreisrunden oder oblongen, theils und namentlich am Schnittrande halbkreisförmigen und gegen diesen Rand geöffneten Höhlungen. Wenn diese Ringe im Allgemeinen so dicht an einander liegen, dass für die Ausfüllungsmasse kaum mehr Raum übrig bleibt, als mehrere dicht an einander gedrängte Kreise nothwendigerweise zwischen sich lassen, so werden doch kleinere oder grössere Gruppen derselben durch reichlicher um sie herum gelagerte heller gefärbte Substanz von ähnlichen benachbarten Gruppen geschieden. Die ganze weisse Rükkenmarkssubstanz bekommt dadurch ein zerklüftetes, in unregelmässig eckige, grössere oder kleinere Inseln zerspaltenes, schwammartiges Ansehn, und die Bezeichnung »spongiöse Substanz«, die man bei der grauen Masse gebraucht hat, würde im Grunde für die weisse Masse noch besser passen. Die jene Zerklüftung bewirkenden Streifen hängen im Uebrigen netzartig mit einander zusammen, nur die von den vorderen Enden der Vorderhörner und den hinteren Spitzen der Hinterhörner der grauen Substanz ausgehenden breiteren Streifen gehen in meist gestreckter Richtung nach vorn und hinten bis zum äusseren Umfange des Rückenmarks und zur pia mater. Jene netzförmig verbundenen Streifen nämlich stehen auf der einen Seite in ununterbrochenem Zusammenhang mit der grauen Rückenmarksmasse, während sie andererseits eben so deutlich bis in die pia mater und deren für die vordere und hintere Spalte bestimmte Fortsätze sich verfolgen lassen, und endlich auch die zwischen den einzelnen Ringen erwähnte Ausfüllungsmasse aus sich entsenden. Diese die einzelnen Ringe oder die Gruppen derselben umgebende Substanz ist also, wie diess schon ihr ununterbrochener Zusammenhang mit der pia mater darthut, im Wesentlichen Bindesubstanz, doch lassen sich in derselben auch in verschiedener Richtung verlaufende Blutgefässe und in manchen Stellen entschiedene Nervenfasern wahrnehmen. Die Blutgefässe erscheinen auf solchem Querschnitt theils longitudinal verlaufend, und diess ist namentlich der Fall in dem Fortsatz, der von der pia mater in die vordere Rückenmarksspalte eindringt, theils transversal gerichtet, indem von den vorhin erwähnten der Länge des Rückenmarks folgenden Gefässen in kurzen Intervallen Zweige abgehen, die an dem Fortsatz der pia mater horizontal zur grauen Substanz sich begeben, und in ihrem Verhältniss zum Längsgefäss sich mit den Zähnen eines senkrecht stehenden Kammes vergleichen lassen, welche in der Rückenleiste desselben ihre Vereinigung finden. Erkannt wird die Natur dieser Kanäle als Blutgefässe theils und unzweifel-

haft an ihrem Inhalt; theils auch und mit derselben Sicherheit an der geringelten Beschaffenheit ihrer Wände. — Weniger sicher ist im Allgemeinen die Diagnose der in manchen Stellen der Ausfüllungsmasse verlaufenden Nervenfasern; wo dieselben indessen doppelt conturirt sind, wie diess namentlich bei Vögeln am entschiedensten der Fall ist, oder wo sie sich ununterbrochen in die dem Rückenmarkssegmente noch anhängenden Nervenwurzeln verfolgen lassen, wie solche Präparate sich von allen Thieren nicht selten darbieten, oder wo endlich ihr Ursprung von Nervenzellen der grauen Substanz klar vorliegt, wie das besonders häufig bei Fischen sich zeigt, da kann über ihre Natur gar kein Zweifel obwalten. Bieten sich diese entscheidenden diagnostischen Merkmale nicht dar, hat man es vielmehr mit nackten Axencylindern zu thun, deren Anfang und Ende sich — wie das gewöhnlich der Fall ist — nicht überblicken lassen, so sind dieselben von Bindegewebsbündeln kaum zu unterscheiden, und nur das Vorkommen an bestimmten Stellen des Querschnitts und der gestreckte Verlauf lassen diese Nervenfasern als solche erkennen. Auf dem Querschnitt des Rückenmarks bieten sie sich nämlich als longitudinal laufende, einzeln liegende oder bündelweise gruppirte Fasern dar, die besonders in denjenigen Streifen der Verbindungsmasse liegen, die von den vorderen und hinteren Spitzen der grauen Hörner ausgehen, und die um so breiter erscheinen, je stärker die von dem Rückenmark ausgehenden Nerven sind. Denn in diesen Streifen liegen die Anfänge der Spinalnervenwurzeln. Während die querlaufenden Nervenfasern dieser Wurzeln hier bündelweise vereinigt sind, finden sie sich mehr einzeln in denjenigen Lücken, die von den innern Seiten der vorderen Hörner gegen die vordere Längsfurche, namentlich den Grund derselben gerichtet sind. Hier treffen diese Fasern mit den ihnen entgegenkommenden entsprechenden Fasern der andern Seite zusammen, durchkreuzen sich gegenseitig und bilden die sogenannte vordere oder weisse Rückenmarkscommissur, über die sogleich näher gehandelt werden wird. Nur selten bekommt man übrigens auf einem solchen Querschnitt durchs Rückenmark die transversal laufenden Nervenfasern der weissen Masse in der ganzen Länge ihres Verlaufs zu sehen. Denn weil diese Fasern keineswegs in horizontaler Ebene das Rückenmark durchsetzen, so müssen sie um so geringere Strecken ihres Verlaufs dem Beobachter darbieten, je genauer der Querschnitt durch das Rückenmark mit der durch das Organ gelegten wirklichen Horizontalebene zusammenfällt.

d. Graue Substanz im besonderen.

Weit complicirter scheinen auf den ersten Blick die Verhältnisse der grauen Rückenmarkssubstanz zu sein, und die höchst divergirenden Ansichten, die in Bezug auf den Bau des Rückenmarks geäussert worden sind, beziehen sich vorzugsweise auf die Natur der die graue Masse bildenden Elemente und deren gegenseitige Lage und Anordnung. Wegen der Mannichfaltigkeit der hier zur Sprache kommenden Verhältnisse wollen wir dieselben unter folgenden Rubriken betrachten.

f) Centralkanal.

Welches auch die Form der grauen Masse, die Gestalt und Ausdehnung ihrer Seitenhälften, die Configuration der vorderen und hinteren Hörner, die Breite der beide Seitenhälften brückenartig mit einander verbindenden mittleren Masse sei, — immer findet sich mitten in dieser Commissur auf dem Querschnitte eine Lücke, welche eben wegen ihres in allen Gegenden des Rückenmarks beständigen Vorkommens auf einen das Rückenmark seiner ganzen Länge nach durchziehenden Kanal bezogen werden muss. Der Streit über die Anwesenheit dieses Kanals beim Menschen dürfte einer der ältesten Controverspunkte der Anatomie sein. Ich kann nicht umhin hier die historischen Notizen zu wiederholen, welche Burdach [1]) hierüber giebt. Schon dem Galen scheint der Kanal nicht unbekannt gewesen zu sein, indem derselbe sagte, dass man im Anfange des Rückenmarks einen offenbaren Gang finde, wobei es wie bei den Galen'schen Angaben überhaupt zweifelhaft bleibt, ob dieselbe dem menschlichen Körper entnommen sei und auf denselben Bezug habe. Beim erwachsenen Menschen wurde aber der Kanal gesehen und wahrscheinlich entdeckt in der Mitte des 16. Jahrhunderts von Carl Stephan (de dissectione partium, Parisiis 1545), der ihn mit gelblicher Flüssigkeit gefüllt fand — also wahrscheinlich in krankhaft verändertem Zustande — durch das ganze Rückenmark sich erstrecken und mit der vierten Hirnhöhle zusammenhängen sah; Realdus Columbus, Piccolomini, Bauhin und Malpighi nehmen ihn als normal an. Morgagni fand ihn bei einem Manne so weit, dass er die Spitze des kleinen Fingers fasste, und Portal sah ihn von der Dicke einer starken Schreibfeder, eben so Andere. Burdach hat ihn mehrmals an Leichnamen von Erwachsenen in den Halswirbeln und oberen Brustwirbeln »ohne alle Abnormitäten« gesehen; auch hat er ihn mit Quecksilber gefüllt. Dennoch hält Burdach ihn für eine pathologische Erscheinung, denn er habe in den genannten Fällen versäumt sich nach den vorhergegangenen Krankheitserscheinungen zu erkundigen. Demgemäss behauptete auch Burdach (pag. 226) dass, während er in der ganzen Wirbelthierwelt vorhanden sei, in verschiedener Weise jedoch, indem die beim Embryo mit flüssiger Marksubstanz gefüllte Röhre in ihren Wänden allmählich gerinnende Substanz anschiessen lasse, und bei den Thieren diess nie so weit gehe, dass der Kanal ganz verschwinde — er dagegen beim Menschen einige Zeit nach der Geburt durch feste Substanz verdrängt werde, so dass die Höhlenbildung hier auf das Gehirn beschränkt bleibe. Nur krankhafter Weise bleibe der Kanal oder trete wieder hervor. Burdach schliesst sich hier, wie er selbst sagt, ganz an Carus (Versuch einer Darstellung des Nervensystems, Leipzig, 1814, pag. 260) an, der unter den Eigenthümlichkeiten des menschlichen Rückenmarks das Fehlen des bisher durch alle Wirbelthierreihen durchgängig beobachteten Kanals anführte, obgleich derselbe im menschlichen Fötus allerdings vorhanden sei. Carus hat ihn im Erwachsenen nie weiter

1) Bau und Leben des Gehirns, Bd. I, pag. 249.

als von der Spitze des vierten Ventrikels bis ungefähr in den ersten oder zweiten Halswirbel verfolgen können, obgleich er bei krankhaften Veränderungen des Rückenmarks, zumal bei Wassersuchten, auch bei Erwachsenen weit tiefer hinabgehen und beträchtlich erweitert werden kann: — derselbe Gegensatz hat sich auch in neuester Zeit, nachdem die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten des erhärteten Rückenmarks begonnen, wiederholt. Stilling, Eigenbrodt geben die Existenz des Kanals an, während Kölliker in seinen ersten Mittheilungen nichts von demselben wissen wollte. Doch hat auch Kölliker[1]) in jüngster Zeit denselben anerkannt, nur glaubte derselbe zur Erklärung des Umstandes, dass er ihn früher nicht bemerkte, annehmen zu müssen, dass er beim Erwachsenen wenigstens stellenweise geschlossen oder häufig obliterirt sei. — Ich habe diesen Kanal nie vermisst, wo das Rückenmark gut gehärtet und der Schnitt gelungen war; nicht allein hat er sich bei allen von mir untersuchten und allen vier[2]) Classen entnommenen Wirbelthieren vorgefunden, wenngleich in zahlreichen Modificationen der absoluten und relativen Grösse sowie der Gestalt, sondern ich habe ihn auch im menschlichen Rückenmark beständig angetroffen; und zwar eben so wohl in dem von älteren Individuen als von jüngeren Personen herstammenden[3]). Es beginnt derselbe an dem sinus rhomboideus des verlängerten Marks, und setzt sich ununterbrochen bis in das filum terminale hinein fort, an welchem, so lange seine zunehmende Zartheit Schnitte zu machen erlaubt, auch der Kanal mit Sicherheit nachweisbar ist. In verschiedenen Gegenden des Rückenmarks ist seine Weite und Form sehr verschieden; am weitesten ist er immer in der Nähe seiner Ausmündung und auch im Endfaden des Rückenmarks; im übrigen Verlaufe ist er entsprechend den Anschwellungen des Rückenmarks weiter, und zwischen denselben und entfernt von ihnen enger. Eben so wechselnd ist auch seine Form. Er erscheint auf dem Querschnitte bald als Kreis, bald als Oblongum, und im letzteren Fall ist sein längerer Durchmesser bald von vorn nach hinten, bald obgleich seltener von rechts nach links gerichtet. Er erscheint manchmal auch gegen sein oberes Ende hin von eckiger, namentlich viereckiger Begrenzung, so dass die vier Ecken gegen den Grund

---

1) Verhandlungen der physik. medicin. Gesellschaft zu Würzburg 1855, Bd. 5, Sitzungsberichte p. XII, und Geweblehre des Menschen, 2te Auflage, Leipzig 1855, pag. 298.

2) Wenn C. G. Carus (Meckel's Archiv Bd. II, 1816, pag. 600) bei Erwähnung der Eigenthümlichkeiten des bandartigen Rückenmarks von Petromyzon marinus den Rückenmarkskanal ganz fehlen liess, so bemerkte schon Burdach (Bau und Leben des Gehirns Bd. I, 1819, pag. 257), dass wenigstens im vorderen rundlichen Theil der Kanal sich finde, und auf die gewöhnliche Weise in die vierte Hirnhöhle übergehe. Dass er auch bei Petromyzon fluviatilis durch die ganze Länge des Rückenmarks sich erstrecke, ist neuerdings von Owsjannikow näher erläutert in dessen Dissertation de medulla spinali piscium, Dorpati 1854.

3) Luschka (die Adergeflechte des Gehirns pag. 19) hat ihn bei einem 26jährigen Menschen, Schroeder van d. Kolk (a. a. O. pag. 51) bei einer 70jährigen Frau angetroffen. Auch Clarke (Phil. Transactions 1853, pag. 354 adnot.) sagt: the existence of this canal is unquestionable; but in the human cord it is often closed and reduced as if by lateral pressure to a mere line, and around this the columnar epithelium is arranged in the form of an ellipse.

der vorderen und hinteren Längsspalte, so wie nach rechts und links gerichtet sind. Immer ist der Kanal von einem Epithelium ausgekleidet, das gewöhnlich aus sehr gestreckten konischen Zellen besteht, die in der bekannten Weise dicht an einander gelagert eine Schicht bilden, die schon durch ihre geringere Durchsichtigkeit von den tieferen Schichten der Kanalwandungen sich unterscheidet. An der gegen den Kanal gerichteten Seite dieser Epithelialzellen habe ich, freilich nur bei jüngeren Säugethieren, eine Reihe aufsitzender Flimmerhaare deutlich beobachtet[1]). Das Lumen dieses Kanals erscheint auf Querschnitten gewöhnlich ganz leer; nicht selten jedoch ist dasselbe vollständig erfüllt von einer zusammenhängenden fein granulirten oder auch ganz homogenen gelblich gefärbten Masse, die schwerlich etwas anderes als ein mit ausgetretenem Blute vermischtes Gerinsel des liquor cerebro-spinalis ist, der diesen Kanal im Leben ohne Zweifel eben so erfüllt, wie er in anderen Räumen der Nervencentra angetroffen wird. Bei der durch Chromsäure erfolgenden Gerinnung mag das Gerinsel so sehr zusammenschrumpfen, dass es nur stellenweise den Kanal erfüllt, von anderen Stellen sich dagegen zurückzieht. Andererseits kann die Leerheit des Kanals auch abhängen vom Herausfallen dieses Gerinsels aus dem lumen des unversehrten und bis zur Durchsichtigkeit dünnen Segments. Sein Zurückbleiben unter solchen Verhältnissen dürfte wohl dadurch bedingt sein, dass das Rückenmark bei längerem Verweilen im Leichnam Veränderungen erleidet, Risse in der grauen Substanz bekommt, die natürlich von derselben Flüssigkeit ausgefüllt werden, welche, wenn geronnen, die Form von Fortsätzen annimmt, die von dem den Centralkanal erfüllenden Gerinsel in die Rückenmarkssubstanz selbst hineinreichen, jenes Gerinsel festhalten und es als einen integrirenden Bestandtheil der festen Nervenmasse erscheinen lassen[2]). Weil das Rückenmark von Thieren zum Zweck der Erhärtung durch Chromsäure gewöhnlich wohl gleich nach dem Tode derselben herausgenommen wird, so kommt es nicht zu den erwähnten Veränderungen, und der Centralkanal erscheint daher fast ohne Ausnahme unversehrt und leer. Bei Menschen dagegen, deren Rückenmark frühestens 24 Stunden nach dem Tode aus dem Leichnam entfernt wird, haben jene Veränderungen häufig schon Platz gegriffen, und der Kanal kann dadurch — wenn man nicht bei Thieren die Ueberzeugung seines constanten Vorkommens gewonnen hat — leicht übersehen und verkannt werden. Wo daher in neuerer Zeit derselbe geleugnet worden ist, da möchte diess auf den angeführten Umständen beruhen; die bei Ausdehnung der Versuche auf mehrere Exemplare sich bald als Abweichungen von dem normalen Verhältniss ergeben haben würden. — Wenn andererseits Gall, wie Hildebrandt-Weber Handbuch der Anatomie Bd. III, pag. 376 citirt, einen doppelten Kanal gefunden haben will, so beruht diess in soweit

---

1) Luschka a. a. O. pag. 22 hat dasselbe beim Pferde gesehen.

2) Diess scheint mir die durchaus ungegründete Annahme einer substantia grisea centralis einigermassen zu erklären, so wie die Ausführbarkeit der sehr auffallenden Technik, dass man zur genaueren Untersuchung dieser Rückenmarkspartie dieselbe „mit der Nadel ausgräbt", und dann erst für die stärkeren Vergrösserungen durch Zerlegen vorbereitet (Luschka a. a. O. pag. 20).

auf ganz richtiger Beobachtung, als nicht selten dicht neben dem Centralkanal noch ein, zwei oder mehrere Lücken in der grauen Masse angetroffen werden; aber dieselben rühren entweder von grösseren Gefässen selbst her, oder sind auch nur durch diese Gefässe mit dem Schnitte ausgerissene Stellen, die nie ein Epithelium zeigen, sondern eine ganz unregelmässig gerissene Grenze besitzen. Freilich konnte nur das Mikroskop hierüber Aufschluss geben.

2) Umgebung des Centralkanals und Grundmasse der grauen Substanz.

Man hat, wie schon oben bemerkt wurde, in neuerer Zeit bei Untersuchung des Rückenmarks mit den vervollkommneten optischen Hülfsmitteln nicht angeknüpft an die ältere dem damaligen wissenschaftlichen Standpunkte gemäss höchst sorgfältige Arbeit von Keuffel, durch welche auch für die graue Rückenmarkssubstanz eine fibröse bindegewebige Grundlage dargethan wurde. So war es erklärlich dass man im Beginn dieser Untersuchungen, noch unbekannt mit den verschiedenen Formen, unter welchen die Elemente des Bindegewebes auftreten, dieselben in der grauen Rückenmarkssubstanz eben so wenig suchte als fand, dass vielmehr Alles, worauf man hier stiess, unbedenklich für wesentlich nerviges Element gehalten wurde. So geschah es denn, dass man hier kleine und kleinste Nervenzellen von nur 0,004‴ sah, oder dass die Unterschiede zwischen dicken und feinsten Primitivfasern der Centra innerhalb der Grenzen von 0,01—0,0001 Millim. schwankten[1]), dass man »ächte allerfeinste Nervenröhren, die man jedoch kaum mehr als solche erkannte«, beschrieb[2]), dass man alle Falten- und Faserzüge der grauen Substanz ohne Ausnahme für Bündel von Nervenfasern hielt, deren complicirten Verlauf zu ermitteln zu den wichtigsten Aufgaben der Anatomie des Rückenmarks gehöre. In diesen Vorstellungen und Ansichten bin auch ich vollständig befangen gewesen, und habe ebenfalls unsägliche Zeit und Mühe darauf verwendet, in jenem Wirrsal von Fasern, die die graue Rückenmarksmasse nach allen Richtungen hin durchziehen, Ordnung und Gesetz nachzuweisen. Je längere Zeit trotz fortgesetzter Beschäftigung mit diesem Gegenstande dazu erforderlich war, mich von diesen allgemein gangbaren Vorurtheilen loszuringen, um so entschiedener und vollständiger habe ich sie nun auch verlassen.

Den ersten Anstoss dazu gab die Beobachtung des deutlich nachweisbaren ununterbrochenen Zusammenhanges jenes Fortsatzes, den die pia mater in die vordere Rückenmarksspalte hinein sendet, mit der grauen Substanz selbst. Ist man auf dieses Verhältniss einmal aufmerksam geworden, so wird man dasselbe fast auf jedem Segment mit hinreichender Schärfe wiederfinden. Es zeigt sich nämlich, dass am Grunde jener Spalte aus den den Fortsatz bildenden Elementen in der Regel drei Faserzüge ausgehn, von denen der eine, in

1) R. Wagner in Göttinger Nachrichten 1854 Nr. 3, pag. 32.

2) Kölliker a. a. O. pag. 414.

der ursprünglichen Richtung des Fortsatzes weiter gehend, bis an den Centralkanal hinanreicht, während die andern beiden, nach rechts und links auseinander weichend, Anfangs an der Grenze zwischen grauer und weisser Substanz hingehen, dann in erstere selbst eintreten, in weitem Bogen den Centralkanal jederseits umgeben, durch Abgabe von Elementen immer schmäler werden, endlich in der grauen Masse verschwinden, und mit der formlosen Substanz derselben verschmelzen[1]). In diesen beiden seitlichen Fortsätzen der pia mater lassen sich manchmal auch mit aller Deutlichkeit Gefässe nachweisen. — Aehnliches findet sich auch an dem in die hintere Rückenmarksspalte eintretenden Fortsatz der pia mater, nur sind die aus ihm in die graue Substanz übergehenden Faserzüge entsprechend seiner weit geringern Stärke auch schwächer. Schon hiermit war es dargethan, dass in der grauen Substanz Fasern und Faserzüge vorkommen, die nicht nerviger Natur sind, sondern wie die pia mater, mit der sie zusammenhängen, nur dem Bindegewebe angehören.

Ein anderer Umstand, der darauf hinweist, dass nicht alle in der grauen Substanz vorkommenden Fasern Nervenelemente sind, ist der, dass sich nicht selten mit voller Deutlichkeit beobachten lässt, dass die konischen Zellen, die die Auskleidung des Rückenmarkskanals bilden, an ihrem verschmälerten Ende in Fasern übergehen, die in die graue Substanz eintreten, und hier theils an andere Fasern sich anschliessen, theils in Bindegewebszellen übergehen, theils endlich mit formlosen Parthieen der grauen Masse verschmelzen, ohne dass eine deutliche Grenze zwischen ihnen nachzuweisen wäre. So auffallend dieses Bild mir auch Anfangs war, weil ein ähnliches Verhältniss des Epitheliums zu den unterliegenden Geweben mir sonst weder in der Natur noch in der Litteratur vorgekommen war, so bot sich dieses Verhältniss doch, und namentlich bei Fischen und beim Frosch, so häufig und mit solcher Entschiedenheit dar, dass an der Wirklichkeit desselben nicht gezweifelt werden konnte. Dennoch war es mir erfreulich zu finden, dass für die Hirnhöhlen des Frosches von Hannover bereits etwas Aehnliches angegeben ist, indem derselbe in seinem bekannten Werke über die Textur des Nervensystems pag. 20 sagt: Tout l'interieur de la cavité des lobes anterieurs est couvert des cellules coniques.... dont l'extremité pointée, d'où il sort des fibres, regarde le dehors. Wie sehr indessen damals die Vorstellung, dass alle Fasern in der grauen Nervenmasse auch wirkliche Nervenfasern seien, das Urtheil selbst der erfahrensten und treuesten Beobachter trübte, das lehren die unmittelbar darauf folgenden Worte: je considère ces cellules comme veritables cellules cerebrales, et non comme un epithelium — à cause des fibres, qui en naissent. Es dürfte nicht zweifelhaft sein, dass diese Deutung gegenwärtig aufgegeben werden muss, dass im Gegentheil diese Fasern, nicht ob-

---

1) Bereits Nicolai (über das Rückenmark der Vögel in Reil's Archiv Bd. XI, 1812, pag. 181) erwähnt, dass, wenn man beim Herausziehen des processus piae matris aus seiner Furche nicht die grösste Vorsicht anwende, man das Rückenmark selbst leicht verletze, die weisse Substanz von der grauen ganz und gar trenne, woraus der genaue Zusammenhang dieses processus mit dem Rückenmark selbst erhelle.

gleich, sondern weil sie von Epithelialzellen ausgehen, nicht Nervenfasern sind[1]), und damit auch ihrerseits den Beweis liefern, dass in der grauen Nervensubstanz der Centraltheile Fasern enthalten sind, die zu den Epithelialbildungen im weitesten Sinne des Wortes gehören, d. h. zu Fortsetzungen und Fortbildungen von Zellen ohne Hinzutreten einer Intercellularsubstanz. Hierher gehören unter Anderen auch die in allem Bindegewebe beständig obgleich in sehr verschiedener Menge vorkommenden elastischen und spiralen Fasern, die denn auch im Rückenmark nicht fehlen.

Wenn nämlich durch den continuirlichen Zusammenhang mit Epithelialzellen oder mit der unzweifelhaft zum faserigen oder faltigen Bindegewebe gehörenden pia mater und deren Fortsetzungen die Natur eines grossen Theils der in der grauen Masse befindlichen Fasern deutlich erkannt wird, und dieselben hiernach von der Nervensubstanz ausgeschieden werden müssen, so kommt hierzu noch eine dritte Art von Fasern, die mit Zellen zusammenhängen, welche in grosser Zahl durch die ganze graue Masse verbreitet sind. Man hat diese Zellen bisher immer für Nervenzellen gehalten, und auf sie ist ohne Zweifel die Angabe zu beziehen, dass in diesem Theil des Rückenmarks »kleinste« Nervenzellen angetroffen werden. Es sind diess theils runde, theils oblonge, bald ohne Fortsätze, bald mit zwei oder mehreren Ausläufern versehene, und dadurch eckige oder sternförmige Körper von 0,003—0,004‴ im Durchmesser, mit tief dunkeln Conturen, und einem in der Regel scharf begrenzten Kern in der Mitte. Sie sind ziemlich gleichmässig durch die ganze graue Substanz verbreitet, ohne dass sich ein bestimmtes Gesetz in ihrer Anordnung nachweisen liesse. Die Ausläufer sind nicht selten so zart, dass sie nicht zwei seitliche Begrenzungslinien darbieten, sondern als ein einfacher wellenförmig verlaufender Strich erscheinen. Die Ausläufer benachbarter Zellen gehen häufig in einander über, so dass dadurch ein Ansehn entsteht, wie es die anastomosirenden Fortsätze der Knochenkörperchen in einem dünnen Knochenschliffe zeigen. Besonders bemerkenswerth ist aber der Umstand, dass die Ausläufer dieser Zellen mitunter auch mit jenen Fasern zusammenhängen, die von dem spitzen und gegen die graue Masse gerichteten Ende der Epithelialzellen des Rückenmarkskanals ausgehen. Wenn dieser Zusammenhang allein für sich schon hinreichend wäre die Nervenzellennatur dieser Elemente zu widerlegen, so spricht gegen dieselbe ferner auch der Mangel der gelben Färbung, die im Chromsäurepräparate den unzweifelhaften Nervenzellen zukommt, so wie die fehlende Verbindung mit entschiedenen Nervenfasern. Es sind diese Zellen also mit einem Worte Bindegewebskörperchen, und die mit ihnen zusammenhängenden Fasern sind die als spirale oder elastische Fasern bekannten Zumischungen zum Bindegewebe.

---

1) Allerdings hat man in neuester Zeit den directen Zusammenhang zwischen Epithelialzellen der Nasenschleimhaut und der Verzweigungen des Olfactorius nachweisen wollen (Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Giessen 1855, pag. 81); besteht dieser Zusammenhang wirklich, was doch noch der Bestätigung bedarf, so ist nach meiner Ueberzeugung eben damit der Beweis geliefert, dass das was man für Nervenelemente des Olfactorius gehalten hat, diess nicht ist.

Ausser diesen durch ihre Verbindungen als Bindegewebselemente zu erkennenden Fasern und Zellen giebt es in der grauen Rückenmarksmasse aber auch noch, und zwar in reichlicher Menge, eine formlose Masse, die im frischen Zustande und nach Anwendung von Alkalien gallertartig durchscheinend, in Chromsäurepräparaten dagegen meist feinkörnig oder von granulirter Oberfläche erscheint. Sie ist überall in der grauen Substanz nachzuweisen, tritt aber am deutlichsten im Endfaden, in der nächsten Umgebung des Centralkanals und an der Grenze zwischen den hintern grauen Hörnern und der an sie stossenden weissen Masse auf. An dem letztgenannten Orte ist sie als gelatinöse Substanz längst bekannt, aber ihrer Natur nach nicht erkannt worden. In sie gehen mehrere der erwähnten Bindegewebsfaserzüge, namentlich die Bündel, in welche sich die in die Rückenmarksspalten eindringenden Fortsätze der pia mater theilen, über, indem sie ohne deutliche Grenze in dieselbe sich auflösen und beide mit einander verschmelzen. Diess könnte, wenn es besonderer Beweise noch bedürfte, ebenfalls dazu benutzt werden, die Bindegewebsnatur jener formlosen Substanz darzuthun.

Bindegewebe also, das wir als solches aus dem continuirlichen Zusammenhang seiner Elemente mit der pia mater einerseits, und dem Epithelium des Rückenmarkskanals andererseits erkennen, bildet auf verschiedenen Stufen seiner Entwickelung in überwiegendem Verhältniss die Grundmasse der grauen Substanz, und eine beträchtliche Menge in letzterer nachweisbarer Fasern und Zellen müssen als Elemente anerkannt werden, die diesem Bindegewebe zukommen und von dem Nervengewebe auszuschliessen sind. Die sogenannten grauen oder gelatinösen Fasern, wie sie in den peripherischen Nerven ihre Berechtigung als Nervenelemente zu gelten haben aufgeben müssen, obgleich sie an vielen Orten, besonders in den sympathischen Zweigen, in überwiegender Menge vorkommen, — können auch in den Centralorganen des Nervensystems nicht länger als eigenthümliche Nervengebilde gelten. — Als dem Bindegewebe angehörende Faserzüge sind aber ausser den eben erwähnten unmittelbaren Fortsetzungen der pia mater auch noch andere mit besonderen Namen unterschiedene Bindegewebsmassen anzusehen.

Es gehört hierher zunächst die von Stilling[1]) aufgeführte Ringcommissur, eine Schicht von Circularfasern der feinsten Art, die unmittelbar um den Spinalkanal herumgehend einen Ring von $^1/_8$—$^1/_{12}$‴ Breite, die Grenze jenes Kanals, bilden. Diesen Ring habe ich häufig, namentlich bei Säugethieren mit aller Deutlichkeit gesehen; doch habe ich ihn auch oft genug in sonst ganz tadellosen Präparaten nicht bemerken können, sondern um den Centralkanal nur eine durchscheinende formlose Masse wahrgenommen. Es wäre möglich dass diese Verschiedenheit mit dem Alter der benutzten Thiere in Verbindung stünde, wie es ja bekannt ist, dass faseriges Bindegewebe eine höhere und ältere Entwickelungsstufe des formlosen oder homogenen ist, und dass an derselben Körperstelle in verschiedenen Altersperioden

1) Stilling und Wallach, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks, Leipzig 1842, pag. 23.

auch verschiedene Formen des Bindegewebes auftreten. Indessen spreche ich diess nur als Vermuthung aus; genauere und ausdrücklich hierauf gerichtet gewesene Erfahrungen kann ich nicht beibringen. Dagegen habe ich mich oft genug davon überzeugen können, dass auch diese den Centralkanal ringförmig umgebenden Fasern mit demjenigen Fortsatz der pia mater zusammenhingen, der, wie bemerkt, vom Grunde der vorderen Spalte durch die graue Substanz bis gegen den Centralkanal sich verfolgen lässt, womit denn auch die Bindegewebsnatur dieser Ringcommissur entschieden dargethan ist.

Zum Bindegewebe gehört ferner die ganze sogenannte hintere graue Commissur, die den Raum zwischen dem Centralkanal und dem Grunde der hinteren Längsspalte ausfüllt. Sie wird von Stilling[1]) hintere quere Commissur genannt zum Unterschiede von den circulären Fasern der hinteren Partie der Ringcommissur. Sie besteht aus sehr deutlich wahrnehmbaren querlaufenden Fasern und Faserbündeln, die in dem angegebenen Raum zu einem auf dem Querschnitt bandartigen Streifen zusammengedrängt sind, welcher Anfangs dicht an der vorderen Peripherie der hinteren weissen Rückenmarksstränge hinzieht, dann aber an der inneren Seite der Basis der hinteren grauen Hörner sich in seine Elemente, d. h. in einzelne Faserzüge auflöst, die strahlenförmig, theils rückwärts in die hinteren Hörner einbiegen, theils die ursprüngliche quere Richtung der Fasern einhalten, theils endlich sich nach vorn wenden, immer weiter sich ausbreiten, mehr und mehr in einzelne Fasern sich auflösen, und endlich dem Auge entschwinden. So ist also ein beträchtlicher Theil der Faserzüge in der grauen Substanz nichts anderes als die seitlichen Ausläufer dieser sogenannten Quercommissur. Die Breite der letzteren ist verschieden, wie die Masse der grauen Substanz an verschiedenen Stellen des Rückenmarks überhaupt eine sehr verschiedene Ausdehnung hat; am stärksten ist sie in den Anschwellungen des Rückenmarks. Ihre Bindegewebenatur erhellt am deutlichsten daraus, dass der in die hintere Rückenmarksspalte eindringende Fortsatz der pia mater nicht selten sich in sie hinein verfolgen lässt. Am besten lässt sich diess bei der unteren oder hinteren Anschwellung des Rückenmarks der Vögel darthun, an der den sogenannten sinus rhomboideus anfüllenden gallertartigen Substanz. Sie ist nichts anderes als von reichlichem Wasser durchzogene und zum grossen Theile auf der früheren Stufe einer für das unbewaffnete Auge homogenen oder hyalinen Masse verweilende Bindesubstanz, eine eben dadurch aufgequollene und verbreiterte Partie des processus piae matris, der, wie schon Nicolai (a. a. O. pag. 181) anführte, an dieser Stelle zu fehlen scheint. Diese Masse nimmt aber nicht nur die Stelle des Hirnhautfortsatzes, sondern auch eines grossen Theils der grauen Rückenmarkssubstanz, namentlich der ganzen hintern Commissur ein, ja sie erstreckt sich selbst über die vordere Umgebung des Centralkanals, so dass letzterer ringsum von dieser hyalinen Masse umgeben ist, die, ausgenommen ihre weiche, im frischen Zustande fast zerfliessliche Beschaffenheit, in dünnen aus dem Chromsäurepräparate

1) A. a. O. pag.

entnommenen Schnitten ein mikroskopisches Bild darbietet, das mit dem Bilde der Chorda dorsalis oder mancher Pflanzengewebe vollkommen übereinstimmt[1]). Nervenelemente aber, Zellen oder Fasern, sind in dieser ganzen hinteren Commissur durchaus nicht enthalten; und wenn der Name »Commissur« doch nur in dem Sinne gebraucht wird, dass der also bezeichnete Theil die wesentlichen Nervenelemente der beiden Rückenmarkshälften zu gemeinsamer Wirkung zu verbinden vermag, also auch selbst wesentlich nerviger Natur sein muss, so folgt daraus, dass für die ganze breite Lage grauer Substanz, die den Raum zwischen dem Centralkanal und dem Grunde der hinteren Längsfurche einnimmt, jener Name nicht passend ist, da diese Lage nur aus Bindegewebe nebst zahlreichen Gefässen besteht.

Nichts als eine Fortsetzung des Bindegewebes der grauen Rückenmarksmasse ist endlich auch das von Lenhossek[2]) sogenannte systema nervosum radiale und die processus reticulares. Diess folgt schon aus den von Lenhossek selbst gemachten Angaben über die histologischen Elemente dieser Formationen. Wenn derselbe nämlich hierüber sagt, dass in einer amorphen hyalinen Grundlage, in der nur sehr wenige zerstreute pigmentlose, uninucleare Ganglienzellen ohne nachweisbare Fortsätze, im Uebrigen aber Kölliker's freie Kerne eingebettet seien, die wieder in eine fein granulirte Substanz oder Molecüle sich »zerstäuben« und »als solche« ununterbrochen in die proc. reticulares hinein sich fortsetzen, aus welcher (granulirten oder hyalinen Substanz) immer deutlicher werdende zarte Primitivfaserzüge »sich hervorbilden«, die denen des radicalen Systems entsprechen, so finde ich in allem

---

1) Diese Substanz ist mir nicht allein rücksichtlich des Verständnisses des Rückenmarksbaues, sondern auch in Bezug auf gewisse Fragen der allgemeinen Histologie von dem grössten Interesse gewesen. Da eine nähere Auseinandersetzung davon nicht hierher gehört, so will ich nur bemerken, dass hier mit der grössten Sicherheit die Ueberzeugung gewonnen werden kann, dass gewisse Gewebe, die man als Zellengewebe, d. h. als Aggregate von grossen meist polygonalen Zellen mit äusserst geringer Menge von Intercellularsubstanz angesehen hat, im Gegentheil als verschrumpfte Zellen mit strahlenförmigen Ausläufern und äusserst reichlicher Intercellulursubstanz sich darstellen. Die netzförmig sich verbindenden Fortsätze dieser Zellen lassen grosse weite Maschen zwischen sich, die von einer weissen hyalinen Substanz ausgefüllt werden. Diese Netze hielt man für Zellenwände, die Knotenpunkte (Zellen), in denen die, feinen einfachen Fasern gleichkommenden, Zellenfortsätze zusammentreffen, höchstens für Zellenkerne, von denen daher behauptet wurde, dass sie excentrisch liegen, dass sie durch eine feine Zwischenwand von der Zellenhöhle getrennt sind, dass die Zellenmembran sich uhrglasartig über den Kern erhebe. Oder man hat, indem die von jenem Netz umschlossenen Maschenräume für Zellenhöhlen galten, rundliche aus der Metamorphose der eiweisshaltigen Masse hervorgehende Fettpartikeln als Zellenkerne angesehen. Eine Menge schriftlicher und bildlicher Erläuterungen über solche Zellengewebe muss ich hiernach abweichend beurtheilen, und will beispielsweise nur erwähnen, dass, während Kölliker (Geweblehre, zweite Aufl., pag. 63) die chorda dorsalis ein Knorpelgewebe ohne Grundsubstanz nennt, ich dagegen einen ausserordentlich überwiegenden Antheil von jener Fundamental- oder Intercellularsubstanz hier erblicke, und wer bei Untersuchung der chorda dorsalis zu dieser Auffassung nicht sogleich geneigt sein sollte, den kann ich nur bitten, jene Ausfüllungsmasse im sinus rhomboid. der Vögel zu Rathe zu ziehen. Dass ein Schleimgewebe, wenn man den Namen nicht lieber aufgeben will, auch im ausgebildeten Körper sich finde, dafür liefert dieselbe Substanz den Beweis. —

2) A. a. O. pag. 39 u. 42.

diesem durchaus nichts, was auf Nervenelemente bezogen werden dürfte. Es ist in der That ganz unverständlich, wie nach dieser durchaus richtigen Angabe der Elementarformen Lenhossek sich veranlasst finden konnte, die Substanz, in der nur solche Elemente auftreten, zum Nervengewebe zu rechnen, als ein besonderes in dem Rückenmark enthaltenes System, als das Centrum gewisser peripherischer Nerven anzusehen, und der von anderen Beobachtern ausgesprochenen Ansicht, dass es ein rete vasculosum sei, entgegenzutreten. So zierlich und eigenthümlich auch das Bild ist, das die von der übrigen weissen Substanz durch stärker entwickelte graue Massen abgetheilten inselförmigen Partien, namentlich in den oberen Rückenmarksgegenden, darbieten, und so sicher man voraussetzen darf, dass dieses Eingebettetsein in reichliche Lagen der gefässreichen grauen Substanz für die Leistungen der bezüglichen Längsfaserzüge von Bedeutung sein müsse, so berechtigt doch gar Nichts dazu, diese umlagernden gefässreichen Massen selbst für Nervensubstanz zu halten.

Es mögen schliesslich noch einige Bemerkungen über die Gefässe der grauen Rückenmarkssubstanz ihren Platz finden. Wenn der Gefässreichthum dieser Substanz so bedeutend ist, dass man schon längst die Bezeichnung »grau« in »röthlich« umzuwandeln vorgeschlagen hat, so geht schon hieraus der Antheil von Bindegewebe an der Bildung dieser Masse hervor. Ueber den Gang dieser Gefässe hat sich an Chromsäurepräparaten nur so viel ermitteln lassen, dass die mit dem Fortsatz der pia mater in die vordere Rückenmarksspalte eindringenden Arterien am Grunde der Spalte sich in zwei Zweige theilen, die Anfangs an der Grenze zwischen weisser und grauer Substanz hingehn, nach beiden Seiten Zweige aussenden und endlich in Capillargefässe sich auflösen, die die ganze graue Masse durchsetzen. Ziemlich regelmässig finden sich zu beiden Seiten neben dem Centralkanal ein Paar grössere Gefässe (Venen?), die auch die Längenrichtung einhalten, auf dem Querschnitt durchs Rückenmark daher ein offenes Lumen zeigen, wodurch, wie bemerkt, wohl die Annahme eines doppelten Centralkanals veranlasst wurde. — Da die Rückenmarksgefässe uns hier nur in soweit interessiren, als sie nach ihrer Lage und ihrem Verlauf mit Nervenelementen verwechselt werden könnten, so liegt keine Veranlassung vor, näher auf ihre Verbreitung einzugehen. Auskunft hierüber findet sich in der Abhandlung von Ekker, Trajecti ad Rhenum 1853, die ich leider nicht im Original, sondern nur nach dem Excerpte in Schmidt's Jahrbüchern der Medicin Bd. 89, Jahrgang 1856, No. 2, pag. 148 kenne. Hier heisst es pag. 152: im querdurchschnittenen Rückenmark verlaufen die Gefässe überall von der Peripherie nach dem Centrum und dringen ziemlich geradlinig durch die vordere und hintere Spalte in das Innere; die grösseren gehen in die Hörner der grauen Substanz und bilden ein gewundenes vielfach durch Anastomosen zusammenhängendes Capillargefässnetz, das in den vorderen Hörnern dichter zu sein scheint als in den hinteren. Diese Gefässvertheilung ist in dem ganzen Rückenmark wahrscheinlich die nämliche. Die grösseren Gefässstämme treten im allgemeinen in der [illegible] in das Rückenmark ein; ihre Vertheilung fand der Verf. an [illegible] Keuffel's verfertigt

waren, in der von diesem Autor beschriebenenen Weise wieder. »Das netzförmige Gewebe der feinsten Fasern« schien aus den Gefässen zu bestehen, welche nach den Hörnern der grauen Substanz verliefen. Schon oben ist bemerkt, dass diese »feinsten Fasern« nicht Blutgefässe, sondern sicherlich nur sogenannte elastische Fasern oder anastomosirende Ausläufer von Bindegewebszellen sind.

3) Vordere weisse Commissur.

Wenn man die die vordere Spalte begrenzenden vordern Stränge des Rückenmarks vorsichtig aus einander biegt, so sieht man, besonders bei Vögeln, doch auch bei Säugethieren und beim Menschen, am Grunde der Spalte eine quergestreifte weisse Lamelle aus einem Längsbündel in das andere hinüberziehn. Ich betone, dass man hierbei vorsichtig verfahren muss, weil sonst diese weisse Lamelle durchbrochen wird, und der Grund jener Spalte, wie diess bei Fischen und Amphibien regelmässig der Fall ist, grauröthlich erscheint. Diese weisse Schicht muss also sehr dünn und zart sein. Diess ist die vordere Commissur, aus deren weisser Farbe man glaubt schliessen zu müssen, dass sie zur unmittelbaren Verbindung der vorderen Rückenmarksstränge diene. Auch über die Beschaffenheit und Bestimmung dieser Verbindungsmasse giebt die Untersuchung des Querschnitts Auskunft.

Man sieht an einem solchen Schnitt, dass der Raum zwischen dem Grunde der vorderen Längsspalte und dem vorderen Umfange des Centralkanals nicht überall von der gleichen Substanz gebildet wird. Zunächst dem Centralkanal finden sich gebogene, der erwähnten Ringcommissur angehörende Faserzüge, zu welcher in mitunter sehr deutlicher Weise ein die ganze Breite jenes Raums durchziehendes Längsbündel hinzutritt, welches die schon oben bezeichnete Fortsetzung des in die vordere Spalte sich einsenkenden Fortsatzes der pia mater ist. Mit diesem Längsbündel sich kreuzend und an die Fasern der Ringcommissur angrenzend verlaufen in wechselnder Breite Züge von querlaufenden Fasern mit eingestreuten Kernen oder sternförmigen Zellen, die in die schon geschilderten Faserzüge der gräuen Masse oder deren formlose Substanz übergehend, den rein bindegewebigen Theil dieser vorderen Commissur ausmachen. — Vor dieser Partie liegt aber eine zweite, die zwar ziemlich die gleiche Breite hat, in Farbe jedoch, Ansehn und Elementarzusammensetzung von derselben sehr verschieden ist. Sie unterscheidet sich von der rein bindegewebigen Verbindungsmasse zunächst schon durch ihre weit dunklere Farbe oder weit geringere Durchsichtigkeit. Diess hängt theils von der gedrängteren Lage ihrer Faserzüge, theils von der Beschaffenheit der einzelnen Fasern ab. Wir haben es hier nämlich zu thun mit, zum Theil wenigstens, doppelt conturirten Nervenfasern. Bei den Vögeln sind diese besonders stark ausgeprägt, und hier erscheint dieser Theil daher auch am dunkelsten, oder bei Untersuchung mit auffallendem Lichte und unbewaffnetem Auge weiss. Weniger ist diess schon bei den Säugethieren der Fall, indem hier neben dunkelrandigen Nervenfasern auch nackte Axencylinder vorkommen, und bei Amphibien und Fischen finden sich nur letztere.

Da die Unterscheidung nackter Axencylinder und Bindegewebsbündel mitunter sehr schwierig ist, so ist es nicht überall gleich leicht, die Natur der in die vordere Commissur eingehenden Elemente zu bestimmen. Bei manchen Geschöpfen, z. B. den Fröschen, kommt hierzu, wie Kupffer[1]) gezeigt hat, eine so auffallende Verflechtung und Durchkreuzung der rein bindegewebigen Elemente, und die durchtretenden Nervenfasern sind so gering an Zahl, dass auf den ersten Blick entweder Alles für gekreuzte Nervenfasern oder Alles für Bindegewebe gehalten werden muss, und die wahre Sachlage nur mit grosser Ausdauer sich ermitteln lässt.

Ferner ist die Richtung dieser vorderen Commissurenfaser eine andere als in der angrenzenden Bindegewebslage. Zwar sind die der letztern zunächst anliegenden Nervenfasern ebenfalls querlaufend, aber bei weitem der grössere Theil derselben schlägt eine schiefe Richtung ein, indem sie bei dem Uebergange von einer Rückenmarkshälfte zur andern zugleich von vorn nach hinten oder umgekehrt verlaufen. Die nothwendige Folge dieser beiderseits schiefen Richtung ist die, dass die Fasern sich kreuzen. Diess geschieht unter Winkeln, welche nach vorn gegen den Grund der vorderen Längsspalte immer spitzer werden, was seinerseits wiederum durch folgendes Verhältniss bedingt scheint. Die vordere Rückenmarksspalte dringt nämlich nicht durch die ganze Tiefe der vorderen Längsbündel des Markes hindurch, sondern hört bald früher bald später auf, so dass zum Theil wenigstens die letzteren durch einen zwischen sie sich einschiebenden Zipfel der grauen Substanz von einander geschieden werden, oder mit andern Worten, dass die nach hinten gerichtete schmale Seite dieser Bündel tief in die graue Substanz hineinragt. Die aus den vorderen Hörnern dieser letzteren herkommenden Commissurenfasern schlagen sich nun um dieses hintere Ende der vorderen Längsbündel herum, dringen von beiden Seiten her in die dieselben trennende graue Substanz hinein, gehen also gegen den Grund der vorderen Längsspalte vorwärts und müssen bei ihrer zugleich schiefen Richtung in um so spitzerem Winkel zusammentreffen, je mehr sie nach vorn gelangt sind. Die vordersten dieser sich kreuzenden Fasern liegen in der That am Grunde der Spalte selbst, sind die Ursache der weissen Farbe, wenn dieselbe hier vorkommt, und werden von dem Fortsatz der pia mater durchsetzt, der mit dem gefässreichen Bindegewebe, d. h. der grauen Masse, verschmilzt, in welche auch diese wahren Nervenfasern eingebettet sind.

Aus dem erwähnten Verhältniss dieser sich kreuzenden Fasern zu den vorderen Längsbündeln der weissen Substanz folgt ferner, dass die Fasern nach ihrer Kreuzung auf diese weisse Substanz treffen und in sie eintreten müssen. Diess geschieht nun auch wirklich; man sieht die Commissurenfasern in die von grauer Masse gebildeten Lücken zwischen den Querschnitten einzelner Längsfasern oder den Gruppen derselben sich hineindrängen und gewöhnlich dem Auge bald entschwinden. Diess hat Veranlassung gegeben an einen unmit-

1) De medullae spinalis textura in ranis, Dorp. 1854, fig. 1 et 2.

telbaren Uebergang der querlaufenden Commissurenfasern in die longitudinalen Fasern der Vorderstränge zu denken, wie andererseits ihr Zusammenhang mit der für die vordern Wurzeln bestimmten Fasern behauptet wurde[1]). Diess ist entschieden unrichtig, nicht allein lässt sich auf senkrechten Schnitten durch diese Rückenmarksgegend jener vermeintliche Uebergang und ein damit nothwendiger Weise gesetzter Umbiegungswinkel niemals beobachten, wovon später noch ausführlicher gehandelt werden wird, — sondern häufig genug ist auch an Querschnitten die Ueberzeugung zu gewinnen, dass diese in die weisse Substanz eintretenden Commissurenfasern keinesweges in derselben verbleiben, sondern nach kürzerem oder längerem, geradem oder geschwungenem Verlauf, wieder aus ihr heraustreten, um in die grauen Vorderhörner zu gelangen, die einen Theil der vorderen Längsbündel von der äussern Seite her begrenzen. Wenn man diesen Verlauf nicht an allen Commissurenfasern verfolgen kann, so liegt das daran, dass dieselben keinesweges durchgängig in der Horizontalebene bleiben, sondern zum Theil in ansteigender Richtung von einer Seite zur andern hinübergehen. So wird also der nach hinten gerichtete keilförmig in die graue Substanz eindringende Theil der weissen Vorderstränge von diesen Commissurenfasern durchsetzt, so dass sie von der inneren Seite her in jene Längsbündel eintreten und an der äussern Seite dieselben verlassen[2]). Diese Partie der vorderen Längsbündel wird daher noch mehr, als diess ohnehin bei der ganzen weissen Substanz der Fall ist, durch Streifen grauer Substanz und durch die darin eingebetteten querlaufenden Nervenfasern in inselförmige Gruppen zerlegt, deren Zahl, Grösse, Anordnung bei verschiedenen Individuen sehr verschieden ist. Constant jedoch wird von jenem in die graue Substanz hineinragenden Keil der Vorderstränge die hinterste Spitze durch einige breite zum Durchgange der Commissurenfasern bestimmte Züge grauer Substanz abgeschnitten, so dass nach vorn vom Centralkanal, inmitten der grauen Substanz und beiderseits nach aussen von den sich kreuzenden Commissurenfasern zwei grössere oder mehrere kleine inselförmige, durch ihre tiefdunkle Farbe ausgezeichnete Flecke auftreten, welche durch die Querschnitte der hier dicht zusammengedrängten Längsfasern der weissen Masse bedingt werden. Beim Menschen und bei Säugethieren ist dieses Verhältniss ganz constant, und bei Anwendung hinreichender Vergrösserungen auf den ersten

---

1) Während Kölliker diesen Uebergang mit aller Entschiedenheit behauptet, und die Commissurenfasern von einem Theil der vorderen Wurzelfasern unmittelbar ableitet, worin ihm auch Lenhossek (a a. O. pag. 27) im Wesentlichen beistimmt, nennt Ecker (Icones physiol. tab. XV, fig. 1) denselben nur wahrscheinlich, und setzt ausdrücklich hinzu, dass ein Verfolgen der Commissurenfasern im Vorderhorn bis zu den vorderen Nervenwurzeln nicht gelungen sei.

2) Gratiolet (l'Institut No. 973, Août 1852, pag. 275) sagt: un grand nombre des fibres du faisceau anterieur et du faisceau moyen d'un coté de la moëlle se portent dans le faisceau anterieur du coté opposé; ces fibres s'entrecroisent sur la ligne médiane avec des fibres analogues, et cet entrecroisement constitue ce que nous avons appelé commissure blanche. Hier ist sowohl die Herkunft der Kreuzungsfasern als ihr fernerer Gang nicht richtig angegeben; sie haben zu den Fasern der weissen Längsbündel kein anderes Verhältniss, als dass sie zwischen denselben sich einen, mitunter nicht unbedeutenden, Umweg von einem grauen Vorderhorn in das andere bahnen.

Blick auffallend. Bei Stilling, der geringere Vergrösserungen anwandte, findet sich daher auch keine Andeutung davon, eben so wenig und aus demselben Grunde bei Lenhossek, während Schroeder v. d. Kolk auf tab. III, fig. 11 sie abbildet, Clarke[1]) in den meisten der von ihm mitgetheilten Abbildungen sie aufführt, und auch Gratiolet[2]) und And. sie erwähnen und richtig deuten.

Die Nervenelemente der vorderen Commissur haben also folgenden Verlauf. Sie kommen aus den vorderen Hörnern der grauen Substanz her, theils aus der vorderen Spitze derselben, theils auch aus den mehr nach hinten bis zur Basis gelegenen Theilen des Vorderhorns. Von diesen Ursprungsstellen laufen sie convergirend jederseits gegen die erwähnte keilförmige hintere Spitze der Vorderstränge, schlagen sich zu einem grossen Theil um dieselbe herum, durchsetzen jedoch anderen Theils die Lücken zwischen deren einzelnen Inseln, gelangen dadurch in den von grauer Masse ausgefüllten Raum zwischen den beiden Vordersträngen, setzen sich hier nach vorn bis zur Längsspalte fort, indem sie, zur entgegengesetzten Seite hinübergehend, sich mit den von letzterer herkommenden Fasern kreuzen, und treten endlich durch die weisse Substanz in das Vorderhorn der andern Seite ein, in dessen Substanz sie dem Auge gewöhnlich bald sich entziehen, weil sie vereinzelt von den Bindegewebsfasern sich nicht mehr mit Sicherheit unterscheiden lassen.

In der sogenannten vorderen Commissur des Rückenmarks findet sich also ebenfalls Bindegewebe in beträchtlicher Menge; die ganze hintere Hälfte derselben besteht lediglich aus Bindesubstanz mit zahlreichen Gefässen. Aber in der vorderen Hälfte finden sich, in ein Bindegewebslager eingebettet, wahre Nervenfasern, die in gekreuztem Verlaufe von einer Rückenmarkshälfte zur anderen hinübergehen. Hier haben wir es also in der That mit einer durch Nervenelemente vermittelten Verbindung beider Seiten dieses Centralorgans, mit einer wahren Commissur zu thun. Und diess ist auch die einzige Commissur des Rückenmarks; es ist also kein Grund vorhanden sie als »vordere« Verbindung zu bezeichnen, da eine hintere Commissur gar nicht existirt. Nur vor dem Centralkanal sind beide Seitenhälften des Rückenmarks durch querlaufende Nervenfasern mit einander verbunden; hinter demselben findet eine solche Verbindung bei keinem Wirbelthiere Statt; hier fliessen die beiden Seitenhälften nur durch Bindegewebe zusammen; ein Verhältniss, das für die Genesis des Rückenmarks, für die Einsicht in die bei Schliessung des Centralkanals Statt findenden Vorgänge von besonderer Wichtigkeit ist, und auf das wir später nochmals zurückkommen werden.

1) Philosoph. Transat. 1851, Part, II, pag. 619, explanation of the 3^{d} figure: the two dark oval masses in front of the spinal canal are sections of thick bundles cut off by the decussating fibres from the anterior white columns.

2) A. a. O. pag. 272, nennt diese Bündel cordons longitudinaux de la commissure; wir werden später sehen, dass diese Bezeichnung sich wohl rechtfertigen lässt.

Auch die Bezeichnung dieser Rückenmarkscommissur als »weisse« unterliegt manchen Zurechtstellungen. Zuerst schon ist diese Bezeichnung, wenn sie zur Unterscheidung von einer grauen Commissur dienen soll, gegenwärtig ganz nichtig, weil letztere gar keine Nervenelemente enthält, also eine Commissur in dem eigentlichen Sinn dieses Wortes gar nicht ist. Ferner trifft dieser Name, wenn damit die Farbe dieser Commissur an sich bezeichnet werden soll, auch keinesweges überall zu; nur bei den Vögeln ist er gerechtfertigt; bei Säugethieren sind die dunkelrandigen Nervenfasern in dieser Gegend schon weniger scharf ausgeprägt; bei niederen Wirbelthieren fehlen sie ganz. Endlich aber, wenn an jene Bezeichnung sich die Meinung knüpfte, dass diese Commissur ein Verbindungsmittel der weissen Vorderstränge des Rückenmarks sei, so ist diess, wie so eben gezeigt wurde, vollends unrichtig. Die Nervenfasern der Commissur stehen mit den Längsfasern jener Stränge in gar keiner directen Verbindung; sie gehen nur zwischen ihnen, sie kreuzend, hindurch, indem sie aus dem grauen Vorderhorn der einen Seite in das entsprechende Horn der andern Seite hinübergehen. Soll daher mit dem Namen dieser Commissur sogleich angedeutet werden, welche Theile des Rückenmarks sie in directe Verbindung setzt, so dürfte ihr eher die Bezeichnung »grau« beigelegt werden. Doch soll hiermit dieser Name keinesweges empfohlen werden, nachdem im Bisherigen vielmehr der Beweis hat geführt werden müssen, dass es eigene »graue« Nervenelemente gar nicht giebt, und die graue Substanz der Nervencentra in einem reichlichen Bindegewebslager zwar verhältnissmässig nur spärliche Nervenelemente enthält, die jedoch in keinem wesentlichen Stücke von den Elementen sich unterscheiden, die in der sogenannten weissen Nervensubstanz angetroffen werden.

Die Zahl der in die vordere Commissur eingehenden Nervenfasern ist übrigens nicht allein in verschiedenen Rückenmarksgegenden, sondern auch bei verschiedenen Geschöpfen sehr verschieden. In den Rückenmarksanschwellungen ist sie entschieden grösser, steht also mit der Zahl der in die graue Substanz eingebetteten Nervenzellen und mit den von diesen Stellen ausgehenden stärkeren Nerven in geradem Verhältniss. Nicht blos absolut, sondern auch relativ grösser scheint sie bei höher stehenden Thieren zu sein, obgleich hierüber ohne Angabe vergleichender Maasse eine entschiedene Ansicht kaum ausgesprochen werden darf. Wenn letzteres fest stände oder sich feststellen liesse, so würde diess mit der ungleich innigeren Verknüpfung, die bei höheren Geschöpfen zwischen den verschiedenen Theilen des Nervensystems überhaupt Statt findet, und also auch für die beiden Seitenhälften des Rückenmarks besteht, sehr wohl zusammenstimmen.

4) Vordere Hörner der grauen Substanz.

Indem eine genauere Beschreibung der Ausdehnung und Form dieser Rückenmarkspartie im Allgemeinen kaum geschieden werden könnte von der Erörterung der Besonderheiten, die dieselbe bei verschiedenen Thieren und in verschiedenen Gegenden des Rückenmarks darbietet, — was bei der hier ausgesprochenen Ueberzeugung von der Natur der

grauen Substanz von sehr untergeordneter Bedeutung sein würde, — so wollen wir uns hier darauf beschränken, die Textur dieser Gegend, so weit sie aus dem Querschnitt ersichtlich ist, näher zu erläutern.

Auf den ersten Blick bieten sich auch hier wie überall in der grauen Masse eine Menge in den verschiedensten Richtungen und regellos durch einander laufender, bald vereinzelter, bald gruppen- oder bündelweise vereinigter dunkler Linien und Striche dar, die ohne Ausnahme und unbedenklich für Nervenfasern gehalten wurden, in deren Gange ein bestimmtes Gesetz nachzuweisen einerseits zwar abgelehnt, andererseits jedoch mit einem auf den ersten Blick sehr bestechenden Erfolge versucht und durchgeführt wurde[1]). In dem von Fasern erfüllten und dadurch ziemlich dunkel erscheinenden Raume treten nun aber — namentlich in dem mit Natron und Schwefelsäure behandelten Präparate — eine bedeutende Menge hellerer Flecke auf, von verschiedener Grösse und Gestalt, wie auch wechselnder Anordnung. Ich will gleich im Voraus bemerken, dass diese Flecke nichts anderes als Nervenzellen sind, die ihr hauptsächliches Lager in den vorderen grauen Hörnern finden. Diese lichteren Flecke erscheinen bald ganz hell und durchsichtig und geben sich als Lücken in der grauen Substanz zu erkennen, die durch Ausfallen ihres Inhalts aus dem dünnen Segmente entstanden sind; bald erscheinen sie in lichtgrauer, bald, und zwar an dem frischen Chromsäurepräparat ohne Anwendung anderer Mittel, in intensiv gelber Färbung. Immer giebt sich diese Masse durch die Anwesenheit eines von scharfer Grenzlinie umgebenen, ziemlich kreisrunden und mit einem oder zwei Kernkörperchen versehenen Kernes als Zelle zu erkennen, und die durch Chromsäure bewirkte intensiv gelbe Färbung beweist, dass wir es nicht mit Bindegewebskörperchen, sondern mit Nervenzellen zu thun haben. Diese Zellen füllen die für sie bestimmten Lücken der grauen Substanz entweder vollständig oder nur theilweise aus; letzteres ist wohl Folge eines durch die Chromsäure bewirkten Zusammenschrumpfens der Zellensubstanz, und indem in solchem Fall häufig mehrere Ausläufer der Zelle jene Lücke durchziehen, um in die graue Substanz einzutreten, erhält die Zelle ein zierliches sternförmiges Aussehn. Die Grösse und Form dieser Zellen sind ausserordentlich verschieden; im Allgemeinen jedoch haben die in die Länge gezogenen und dreieckigen Gestalten das Uebergewicht über die rundlichen oder ganz unregelmässigen[2]). Jene eckige Gestalt wird durch die von den Zellen ausgehenden Fortsätze, die Axencylinder von Nervenfasern, bewirkt; am häufigsten kommen 3—4eckige Formen vor, 5eckige bieten sich sehr selten dar; über letztere Zahl habe ich die Zellenfortsätze niemals hinausgehen gesehen, während bipolare Zellen nicht selten angetroffen werden, mitunter auch gar keine Fortsätze

---

1) Kölliker, mikroskop. Anat. Bd. II, tab. II, fig. 3.

2) Dass diese Zellen in den Anschwellungen des Rückenmarks grösser sind als in den verschmälerten Stellen und dass ihre Durchmesser bei grösseren Thieren auch bedeutender erscheinen, wie Gratiolet a. a. O. behauptet, habe ich nicht finden können.

nachweisbar sind. Die Verschiedenheiten hängen ohne Zweifel davon ab, dass bei der mitunter sehr beträchtlichen Grösse der Zellen dieselben durch den Schnitt ebenfalls getheilt werden, so dass in dem zu untersuchenden Segment neben ganzen Zellen auch nur Abschnitte derselben vorkommen, in denen nur ein Paar, ja auch wohl gar keine Fortsätze nachweisbar sind. Derselbe Umstand ist Ursache, dass man in den Zellen den sonst so deutlichen Kern mitunter nicht wahrnimmt; der Querschnitt enthält dann nämlich nur ein Segment der Zelle, das neben dem Kerne genommen war.

Die Substanz der Zellen ist manchmal ganz homogen, in anderen Fällen feinkörnig; ausnahmsweise erscheint sie auch wohl fein gestrichelt. Letzteres ist gewöhnlich nur Folge des Aufliegens einer dünnen Schicht von Bindegewebe, könnte aber vielleicht auch daher rühren, dass Unregelmässigkeiten in der Schneide des durch das Rückenmark geführten Messers, in der wachsartigen Masse der Zelle einen bleibenden Eindruck zurücklassen. Ist in der Lücke der grauen Substanz auch nur ein Theil der Peripherie der Zelle ganz frei zu übersehen, so erscheint dieselbe mit äusserst blasser Grenzlinie; ein scharfer dunkler Contur, der optische Ausdruck einer besonderen die Zelle umgebenden häutigen Hülle, findet sich durchaus nicht[1]). — Die Zahl dieser Zellen der Vorderhörner ist ausserordentlich ver-

---

1) Ich bin, wie sich hieraus ergiebt, noch immer der von Kölliker (Geweblehre, 1855, pag. 291) als einseitig oder gar unnatürlich bezeichneten Ueberzeugung, dass die Nervenzellen, auch die vielstrahligen, in den grossen Nervencentren wie in den Ganglien hüllenlose Massen sind, die entweder in Erweiterungen der gesonderten primitiven Röhren der peripherischen Nerven, oder in Lücken der zu einer zusammenhängenden Masse verschmolzenen grauen Substanz eingebettet sind. Ich muss um so mehr bei dieser Ansicht bleiben, als auch Kölliker, obgleich ein Gegner derselben, an den vielstrahligen Zellen des Rückenmarks eine Membran nur gesehen zu haben glaubt, zugiebt, dass an den Fortsätzen überhaupt eine Hülle nicht wahrzunehmen sei, und (a. a. O. pag. 91) von dieser vermeintlichen Zellenmembran aussagt, dass sie sehr zart sei, ja selbst wie in den grossen Centralmassen, nachträglich vielleicht ganz schwinde. Dieses Schwinden, d. h. ein Verschmelzen von Zellenmembran und Inhalt, scheint hier in der That vorzukommen, und ist, wie schon oben bemerkt wurde, auch an anderen Gewebselementen, z. B. den glatten Muskelfasern von Kölliker angegeben. — Wenn O. Funke in seinem Referat über Kupffer's Dissertation (Schmidt's Jahrbücher der Medicin, 1855, No. 6, pag. 291) die Ansicht, dass die Ausläufer der Nervenzellen nackte Axenfasern seien, eine »rohe« und unerwiesene nennt, und die Vermuthung ausspricht, dass auch diese Fasern mit Flüssigkeit gefüllte Röhren sind, deren Zusammensetzung von der der sogenannten markhaltigen Fasern verschieden ist, so dass sie nach dem Tode auch nicht jene grobe sichtbare Scheidung in das krümlige Mark und den coagulirten centralen Albuminatstrang eingeht; — so walten hier wohl noch mehrfache Missverständnisse über die Natur der Nervenzellen und Nervenfasern ob. Denn dass der Inhalt der Nervenzellen nicht eine Flüssigkeit, sondern eine festweiche, zähe, gallertartige oder wachsartige Masse ist, ist längst anerkannt, und dass die Axencylinder genuine während des Lebens vorhandene und nicht erst nach dem Tode durch Coagulation entstandene Theile der Nervenfasern sind, das kann jetzt kaum mehr ernstlichen Zweifeln unterliegen. — Dagegen sagt Ecker (Icones physiol. Erklärung von tab. XIII, fig. 16): alle peripherischen Ganglienkugeln haben eine, den centralen abgehende, deutliche Hülle, welche sich in die Scheide der aus der Ganglienkugel entspringenden Nervenfasern fortsetzt. Und zu Fig. 1 heisst es daselbst, dass bei Petromyzon die peripherischen Nervenfasern aus dem Axencylinder — der in den Centralorganen (d. h. anderer Thiere) allein übrig bleibt — und der umschliessenden Hülle bestehe, und zu Tab. XIV, fig. 13: die centralen Nervenfasern aus dem Rückenmark von Petromyzon sind platt, solid, ohne Unterschied

schieden, nicht allein bei verschiedenen Thieren, sondern auch bei einem und demselben Geschöpf in verschiedenen Rückenmarksgegenden. Natürlich wird schon die absolute Dicke des Rückenmarks die Menge der in demselben anzutreffenden Nervenzellen bestimmen, und das Rückenmark eines Rindes z. B. bringt daher auf jedem Schnitt mehr Zellen zu Tage als das eines Fisches, weil bei jenem der graue Kern des Rückenmarks weit grösser ist als bei diesem. Eben so wichtig ist aber auch das Verhältniss der beiden Rückenmarkssubstanzen zu einander; je stärker die Entwickelung der grauen Masse, je mehr Raum dadurch für die Nervenzellen gegeben ist, um so reichlicher treten sie auch auf; in der Hals- und Lendenanschwellung, an welchen die Massenzunahme des grauen Rückenmarkskerns besonders stark ist, erscheinen daher auch die Nervenzellen in bedeutender Zahl. Indem von diesen Stellen auch die stärksten Nerven ausgehen, darf man vermuthen, dass zwischen den Zellen der grauen Substanz und den von dem Rückenmark abgehenden Nervenwurzeln ein gewisses Verhältniss bestehe. Diess wird in sehr entschiedener Weise durch die bei langhalsigen Vögeln sich darbietenden Erscheinungen dargethan. Hier, wo die Nervenwurzeln in grösseren Abständen von einander vom Rückenmark abgehen, was durch die beträchtliche Länge der Wirbel und die grössere Entfernung der foramina intervertebralia von einander bedingt wird, bietet auch die graue Substanz des Rückenmarks entsprechend dem jedesmaligen Ursprunge eines Nerven grössere Dimensionen und grössere Zahl von Nervenzellen dar.

In Bezug auf die Topographie der Zellen in einem Querschnitt lässt sich schwer ein Gesetz und am wenigsten ein überall mit gleicher Strenge geltendes aufstellen. Im Allgemeinen lässt sich zwar behaupten, dass die Zellen gegen die vordere Grenze und den äusseren vorderen Winkel des Vorderhorns am stärksten zusammengedrängt erscheinen. Hier stossen sie zuweilen in geschlossener Reihe an die weisse Substanz, und ragen mitunter mit einem Theile ihres Umfanges in dieselbe hinein, ja sind wohl auch ringsum von weisser Masse umgeben, in welchem seltenen Falle jedoch die weisse Substanz nach der grauen Masse hin eine nur sehr schmale Zwischenwand bildet[1]). Indessen kommen doch auch entfernt von diesen Stellen, gegen die hinteren und inneren Theile dieses Horns, mitunter recht bedeutende Zellenmengen vor, obgleich ich eine Anordnung derselben in eine äussere und innere Gruppe, wie sie Kölliker angiebt, oder in zahlreiche ganz gesonderte Haufen, wie sie Clarke in vielen Figuren, z. B. Fig. 6, darstellt, und auch Schroeder v. d. Kolk und Gratiolet erwähnen, eigentlich niemals wiederfinden konnte. Nur in dem Cervicaltheil des Rücken-

---

von Hülle und Inhalt, d. h. die Hülle für diese Fasern ist die gemeinsame zusammenhängende Bindegewebsmasse des Rückenmarks. Auch aus dem Gehirn bildet Ecker wirkliche nackte Nervenzellen ab auf Tab. XIIII, fig. 3, 6, 7 etc. Aus peripherischen Ganglien dargestellte Zellen Tab. XIII, fig. 14 u. 15 sind nicht nackt, sondern noch mit der in die Primitivscheide der Faser sich fortsetzenden gesonderten Hülle umgeben, wozu in fig. 12 u. 15 noch das faserige Bindegerüste der Ganglien hinzukommt.

1) Aehnliches hat auch Kölliker beobachtet a. a. O. pag. 416.

marks, wo die Basis der grauen Vorderhörner sich beträchtlich verbreitert und in einen nach aussen zwischen die Abgangsstellen der vorderen und hinteren Wurzeln weit in die weisse Substanz sich hineindrängenden Vorsprung, gleichsam ein drittes mittleres Horn vorgezogen ist, findet sich in der Spitze desselben eine kleine Gruppe dicht gelagerter und von den anderen gleichsam gesonderter Zellen. Ueber die Zahl und den Verlauf ihrer Fortsätze habe ich nichts Bestimmtes ermitteln können. Wahrscheinlich sind diese Zellen die Ursprungsstellen der Wurzeln des Nerv. accessorius Willisii, und es dürfte mit der Zahl dieser Wurzeln und den zwischen ihnen befindlichen Intervallen in Verbindung stehen, dass nicht jedes aus der bemerkten Rückenmarkspartie genommene Segment diese Zellengruppe darbietet. — Mit Ausnahme dieses besonderen nur auf gewisse Localitäten beschränkten Zellenhaufens finden sich die Nervenzellen der Vorderhörner vorzugsweise in den Spitzen der letztern. Zwar werden sie auch weiter nach hinten, doch lange nicht in so gedrängter Reihe angetroffen, und gewöhnlich reichen sie auch nur wenig über das Niveau des hinteren Umfangs des Centralkanals hinaus. Dem ihnen vielfach zugesprochenen weit verbreitetem Vorkommen scheint eine bald näher zu beleuchtende Täuschung zu Grunde zu liegen. Auch Ecker[1]) bemerkt, dass besonders in den vordern Hörnern stärkere Anhäufungen von Ganglienkugeln sich finden; über ihr Vorkommen an andern Stellen giebt aber weder die erwähnte Abbildung des Querschnitts noch die betreffende Erklärung eine Auskunft.

Den weiteren Verlauf und das endliche Schicksal der von den Zellen ausgehenden Fortsätze kennen zu lernen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Texturlehre des Rückenmarks. Es handelt sich hierbei namentlich um das Verhältniss der Fortsätze benachbarter Zellen zu einander, so wie um ihr Verhältniss zu den Längsfasern der weissen Substanz und zu den Nervenwurzeln. Kölliker (a. a. O. pag. 414) sagt von diesen Ausläufern, dass sie unter mehrfacher Verästelung schliesslich in ganz feine Fäserchen von 0,0002—0,0004‴, mit unregelmässig gebogenem Verlaufe übergehen, jedoch nirgends bis zu wirklichen Enden oder Nervenfasern sich verfolgen lassen. Dennoch nennt Kölliker diese Ausstrahlungen der Zellen »blasse marklose Nervenfasern«. Schon vorher hatten dagegen R. Wagner und Leuckart[2]) den Zusammenhang vielstrahliger Hirnzellen mit ächten Primitivfasern beobachtet, indem ein Zellenfortsatz als Axencylinder in eine dunkelrandige doppeltconturirte Hirnfibrille eintrat. Es lag nahe etwas Aehnliches auch für das Rückenmark anzunehmen, und es war zu erwarten, dass die dem letzteren Organ zugewendeten Untersuchungen bald die empirische Begründung dieser Voraussetzung liefern würde. Jedoch erklärt sich Kölliker (a. a. O. pag. 425) gegen diese Beobachtung, nicht allein weil sie seinen Erfahrungen über die vielfache Theilung und Verschmälerung der Fortsätze widerspreche, sondern weil er es auch für »unmöglich« hält, dass ein Fortsatz einer centralen Nervenzelle als Axencylinder in eine

1) Icon. physiol. tab. XV, fig. I.
2) Göttiger Nachrichten 1850, No. 4, pag. 53 u. 54.

dunkelrandige Nervenfaser übergehe. Nichtsdestoweniger ist dieser Uebergang später auch von anderen beobachtet; so liefert namentlich Ecker[1]) mehrere hierauf bezügliche Abbildungen aus dem Gehirn und Rückenmark von Fischen; Schroeder v. d. Kolk[2]) hat den Zusammenhang der vorderen Nervenwurzeln mit den Zellen der Vorderhörner öfters und zwar bei Säugethieren ganz zweifellos beobachtet; Lenhossek (a. a. O. pag. 25) nennt den Uebergang einzelner Ganglienfortsätze in Primitivnervenfasern »sehr klar«; Gratiolet behauptet, dass er den Zusammenhang der Zellen mit den motorischen Nervenwurzeln mit «une rigoureuse exactitude« constatirt habe, und so haben denn auch die hiesigen Untersuchungen mehrfach dasselbe gelehrt.

Ich muss der Auseinandersetznng dieser letzteren die Bemerkung vorausschicken, dass ich die von Kölliker mit so grossem Nachdruck hervorgehobene Theilung, Verzweigung und fortgehende Verästelung der Zellenfortsätze theils für ein Kunstproduct, theils für das Resultat der Verwechselung von Bindegewebskörperchen und deren Ausläufern mit Nervenzellen und deren Fortsätzen halten muss. Allerdings sind auch uns hier diese Formen wohlbekannt; aber wir finden sie nur in Präparaten, die aus frischem Rückenmark durch Ausbreiten seiner grauen Masse mittelst Nadeln gewonnen wurden, und auch hier keinesweges bei allen Zellen und allen Fortsätzen derselben. Nie sind uns dagegen solche Theilungen an Chromsäurepräparaten begegnet; hier läuft jeder von einer Nervenzelle ausgehende Fortsatz, obgleich er bei diesem Abgange wohl mit seinem Nachbar zusammenstossen und dadurch der Zelle eine gestreckte Form ertheilen kann, — und selbst dann, wenn er sich durch die ganze Dicke des Rückenmarks verfolgen lässt, immer ungetheilt und ungeschmälert weiter. Uns sind im Rückenmark, wie erwähnt, nie mehr als fünf Fortsätze an einer Nervenzelle vorgekommen, und wie wir daher die Zellen mit 15—20 Fortsätzen[3]) für Kunstproducte halten, so müssen wir den Uebergang derselben in die feinsten Fasern der grauen Substanz für irrig erklären, wenn man nicht von diesen Fasern die der Bindesubstanz angehörenden auszuscheiden weiss. Da aber, wie schon oben erwähnt wurde, Zellenfortsätze, nackte Axencylinder und Bindegewebsfibrillen in der Regel nicht für sich, sondern nur durch ihre Verbindung mit entschiedenen Nerven- oder Bindegewebselementen sich unterscheiden lassen, so ergiebt sich schon daraus, welche schwierige Aufgabe es sein müsse, die Zellenfortsätze durch ein Rückenmarkssegment mit Sicherheit zu verfolgen, selbst wenn vorausgesetzt wird, dass der Schnitt so glücklich ausfiel, dass in der That der ganze Verlauf des Fortsatzes überblickt werden könnte, und dass nicht, wie es gewöhnlich der Fall ist, nur ein Theil des Weges, den die Faser durch das Segment zurückzulegen hat, in dem Schnitte enthalten ist. Dieser letztere Uebelstand wird natürlich um so geringer, je kleiner die Dimen-

1) Icon. physiol., Erklärung zu Tab. XIII, fig. 16; Tab. XIV, fig. 3, 6, 7, von Gehirnzellen.

2) A. a. O. pag. 33 u. 34.

3) R. Wagner in Göttinger Nachrichten 1854, No. 3, pag. 33.

sionen des Rückenmarks sind, indem dann um so eher zu erwarten ist, dass dieRichtung des Schnittes durch das Rückenmark mit der ganzen Länge des Faserverlaufs zusammenfalle. Diess ist einer der Gründe, die das Rückenmark der Fische zu dieser Untersuchung ganz besonders geeignet machen, und unter diesen wiederum vorzugsweise das platte bandartige Rückenmark von Petromyzon, in dem die Entfernung des grauen Rückenmarkskerns von der Peripherie des ganzen Organs die geringste und also die Strecke, durch welche die Zellenfortsätze bis in die Nervenwurzeln zu verfolgen sind, die kürzeste ist. Bei Fischen also lässt sich der ununterbrochene Uebergang der Zellenfortsätze in die vorderen Nervenwurzeln mit aller Bestimmtheit und Entschiedenheit beobachten. Die Fortsätze dringen in die für den Durchtritt der vorderen Wurzeln bestimmten Lücken der weissen Substanz, durchsetzen dieselben ihrer ganzen Länge nach, so dass sich ihre Conturen ohne Unterbrechung scharf und deutlich abzeichnen, gehen endlich in eins der Wurzelbündel ein, die an der Peripherie des Rückenmarks anhaften, und lassen sich manchmal mit aller nur wünschenswerthen Schärfe bis in den Axencylinder einer Wurzelfaser verfolgen. Ueber diesen Zusammenhang der Nervenwurzeln mit den Zellen der Vorderhörner bei den Fischen kann so wenig auch nur eine Spur eines Zweifels bestehn, dass allen histologischen Erfahrungen eine gleiche Sicherheit gewünscht werden könnte. Nächst den Fischen zeigt sich diess Verhältniss am deutlichsten bei den Fröschen; die Zellenfortsätze haben sich hier fast durch die ganze Tiefe der die weisse Substanz durchsetzenden Lücken verfolgen lassen, und boten dieselben Verhältnisse wie bei den Fischen dar; den Uebergang in dunkelrandige Fasern der Nervenwurzeln selbst haben wir hier allerdings niemals direct beobachten können. Dagegen waren bei Vögeln die Wurzelfasern von aussen her weit in die erwähnten Lücken der weissen Substanz und bis in die graue hinein zu verfolgen, so wie andererseits auch die Zellenfortsätze bis in jene Lücken hineindrangen. Aber den Zusammenhang beider haben wir auch hier niemals direct beobachten können, obgleich er uns nach Analogie des bei Fischen Gesehenen keinen Augenblick zweifelhaft ist. Am schwierigsten ist dieser Zusammenhang bei Säugethieren und beim Menschen zu beobachten, und hier sind wir auch gegenwärtig in den empirischen Thatsachen kaum weiter gekommen als bei den ersten in Schilling's Dissertation veröffentlichten Untersuchungen, ja ich muss selbst manche dort mitgetheilte und auf dieses Verhältniss bezogene Erfahrung jetzt für zweifelhaft halten. Auch mir galten damals noch alle faserigen Elemente des Rückenmarks für Nervenfasern, und so hielt ich denn auch alle in den Lücken der weissen Substanz sichtbare Fäden für solche, auch wenn sie von den Austrittsstellen der Nervenwurzeln aus in der grauen Substanz bogenförmig in einander überzugehen, also eines centralen Anfanges zu ermangeln schienen [1]). Sicherlich sind manche dieser Elemente nur zum Bindegewebe gehörig gewesen; aber bei dem Mangel entscheiden-

1) Schilling, de medullae spinal. textura, tab. I, dd; eben dahin gehören auch Schroeder v. d. Kolk's Randvezels, wie sie derselbe in Fig. 5, 8, 11 abbildet.

der diagnostischer Mittel bin ich auch gegenwärtig nicht im Stande in dem oft genug betrachteten Bilde die wahre Natur dieser Fasern anzugeben. Ich habe zwar auch hier Fortsätze von Zellen und namentlich von solchen, die der weissen Substanz nahe anlagen, in die Lücken der letzteren eintreten, oder Fäden der vorderen Nervenwurzeln in dieselben Räume sich fortsetzen sehen. Aber nie ist es mir bis jetzt gelungen, das Zusammentreffen der Zellenfortsätze und Wurzelfasern, oder den Uebergang jener in diese mit solcher Bestimmtheit zu überblicken, dass ich auch hier sagen könnte, ich habe es gesehen. Dass ich aber dieses Nichtsehen nur für eine Beobachtungslücke halten, nicht aber für einen Beweis eines von den niedriger stehenden Wirbelthieren ganz abweichenden Verhältnisses dieser Fasern betrachten kann, ist schon oben erwähnt worden, und es darf diese Ueberzeugung um so entschiedener festgehalten werden, als in Querschnitten des Rückenmarks vom Menschen und Rind, welche Stilling angefertigt hatte, von diesem selbst wie auch von Remak[1]) motorische Faserursprünge aus den Ganglienzellen der grauen Vorderhörner wahrgenommen worden sind, und als es auch Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 33 und fig. 4) öfters geglückt ist, »excentrische« Fäden in die Nervenwurzeln hinein zu verfolgen.

Diese in die vorderen Spinalnervenwurzeln übergehenden Nervenzellenfortsätze nehmen bei verschiedenen Thieren auf verschiedenen Stellen ihres Verlaufs die von der sogenannten Markscheide herrührende Umhüllung an. Während sie nämlich bei Petromyzon und Ammocoetes auch nach ihrem Eintritt ins peripherische Nervensystem die Natur nackter Axencylinder beibehalten und niemals zu doppeltconturirten dunkelrandigen Fasern werden, nehmen sie bei den Vögeln häufig schon dicht bei ihrem Abgange von den Zellen die Markscheide an, und treten daher als dunkelrandige Fasern auf, die durch Lücken der weissen Substanz nach aussen ziehen. Durch dieses Ansehn kann man zwar die Ueberzeugung befestigen, dass in jenen zwischen den longitudinalen Fasern der weissen Substanz vorhandenen Lücken transversale Nervenfasern verlaufen, und dass neben den dunkelrandigen Fasern noch andere Elemente zur Ausfüllung dieser Lücken beitragen. Aber den ununterbrochenen Verlauf einer und derselben Faser von ihrer zugehörigen Zelle bis zur Peripherie des Rückenmarks kann man eben wegen dieser dunkeln Conturen doch nicht verfolgen, da bei mehreren durch eine und dieselbe Lücke hinziehenden Fasern die eine von der andern gedeckt wird. Bei allen übrigen von uns untersuchten Thieren und beim Menschen gehen diese Zellenfortsätze in der Regel nackt durch die ganze Dicke der weissen Substanz hindurch und umkleiden sich erst am äussern Umfang derselben mit der Markscheide und einer besonderen Begrenzungshaut; erst hier werden sie zu Axencylindern dunkelrandiger Primitivfasern.

Von den Nervenzellen der grauen Vorderhörner geht also ein Fortsatz nach aussen und wird im weiteren Verlauf zur vorderen motorischen Spinalnervenfaser. Ein zweiter

---

1) Monatsberichte der Berliner Acad. der Wiss., Jena 1854, und Göttinger Nachrichten 1854, No. 6, pag. 102.

Fortsatz wendet sich nach Innen gegen die die vordere Längsfurche begrenzenden Theile der weissen Rückenmarkssubstanz, gegen deren hinteres tief in die graue Substanz hineinragendes keilförmigs Ende, oder selbst gegen die äusserste Spitze des letzteren. Diese Richtung nach Innen wird von diesen Zellenfortsätzen beibehalten, welches auch sonst die Form und Lage der bemerkten Partieen der weissen Vorderstränge bei den verschiedenen Wirbelthieren sein mag; und daher kommt es, dass man gegen die äussere an die graue Masse stossende Grenze derselben von verschiedenen Richtungen her convergirende Fasern zusammentreten sieht, die von Kölliker[1]) als unmittelbare Fortsetzungen der vorderen Wurzeln gedeutet werden, die in die Vorderstränge des Rückenmarks eintreten sollen, um in deren longitudinalen Fasern umzubiegen. Sowohl jene Ableitung wie diese Fortleitung der fraglichen Fasern ist nicht richtig. Ein Zusammenhang mit den vorderen Wurzeln findet allerdings Statt, aber nicht ein unmittelbarer, sondern durch die dazwischen gelagerten Nervenzellen vermittelter. Die Fasern treten allerdings theils in jenen Keil der Vorderstränge hinein und zerklüften ihn mehrfach, oder schlagen sich um seine Spitzen herum; aber sie gehen nach ihrer Durchkreuzung mit den entsprechenden Fasern der andern Seite nicht in die vorderen Längsfasern über, sondern treten in die grauen Vorderhörner der andern Seite hinein, um sich mit den hier gelegenen Zellen zu verbinden. Es sind diess also die schon erwähnten Kreuzungsfasern der vorderen Commissur, deren Verlauf auf einem Rückenmarksquerschnitt sich am besten bei den Vögeln beobachten lässt, weil man es bei diesen Thieren auch an dieser Stelle mit dunkelrandigen Nervenfasern zu thun hat. Dass diese gekreuzten Fasern von einem grauen Vorderhorn in das andere hinüberziehen, hat sich wie bei Vögeln auch bei Säugern und beim Menschen hinreichend deutlich beobachten lassen. Namentlich gilt diess von den hintersten Fasern dieser Commissur, die geraden Weges von einer Seite zur anderen hinübergehen. Von den mehr nach vorn gelegenen Fasern derselben ist diess zwar weniger auffällig, ja einige derselben schlagen so sehr die Richtung nach vorn ein, dass sie auf den vorderen Längsspalt selbst treffen müssten. Indem sie aber in die weisse Substanz der anderen Seite hinübergehen und hier dem Blicke sich entziehen, können sie wohl dem Gedanken Raum geben, dass sie in die vorderen Längsfasern umbiegen. Indessen auch von solchen Fasern hat sich zuweilen beobachten lassen, dass sie nach Beschreibung eines weiten Bogens doch wieder nach hinten sich wenden und in das graue Vorderhorn der andern Seite eintreten. Allerdings haben wir das nicht von allen Fasern direct beobachten können; weil wir aber von einem Theil dieser Kreuzungsfasern einen solchen Anfang von der grauen Substanz der einen Seite und Uebergang in die andere Seite fast in jedem Präparat zu sehen bekommen, so können wir nicht zweifeln, dass diess eben die Bedeutung aller[2]) dieser Fasern sei, die also alle als Verbindungsmittel der beiderseitigen

1) Mikroskop. Anat. tab. IV, fig. 3.

2) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam zu machen, dass, wie bei andern

Zellen der grauen Vorderhörner anzusehen sind. Uebrigens schreibt auch Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 31) der vorderen Commissur dieselbe Bedeutung zu und erwähnt die Zellen, in welche die Ausstrahlungen der Commissur deutlich übergehen, als eine besondere Gruppe.

Wenn die beiden bisher erwähnten Reihen von Zellenfortsätzen für die vorderen Nervenwurzeln und die vordere Commissur bestimmt waren, so dient eine dritte Reihe solcher Ausläufer zur Verbindung der zu einer und derselben Rückenmarkshälfte gehörenden Zellen. Beispiele solcher Commissuren und Brücken zwischen benachbarten Zellen bietet fast jedes Rückenmarkssegment dar, so dass ich nicht begreife, wie dieselben der Beobachtung jemals haben entgehen können; und es freut mich zu finden, dass auch Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. p. 28) den Zusammenhang der multipularen Ganglienzellen durch Verbindungsfäden als eins der ersten und ganz unzweifelhaften Resultate seiner Untersuchungen hervorhebt. Allerdings muss man sich hierbei nicht durch einander entgegenlaufende und einander nur deckende Zellenfortsätze täuschen lassen. Es ist durchaus nothwendig, dass die Conturen der einen Zelle ununterbochen in die Begrenzung der Commissur und Brücke und von hier eben so continuirlich in die zweite Zelle sich fortsetzen. Wir haben auch bei Beachtung dieser Vorsicht nicht selten nicht blos zwei Zellen sich mit einander verbinden, sondern drei, vier und mehrere mit einander zusammenhängen sehen. Die Verbindungsfasern waren hier kurz, so dass ihre Länge dem längsten Durchmesser der Zellen selbst kaum überstieg, solche Brücken also auch nur zwischen nächst benachbarten Zellen Statt finden konnten. Ob nicht auch nach der Breite und Dicke des Rückenmarks entfernter von einander liegende Zellen in directen Zusammenhang treten, darüber besitze ich selbst keine Erfahrungen, muss jedoch ein solches Verhältniss nicht allein a priori für ganz möglich und selbst wahrscheinlich halten, sondern kann auch in dieser Beziehung auf Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. fig. 1 nebst zugehöriger Erklärung) verweiseu. In wie fern eine solche Verbindung von Nervenzellen auch

---

Organen so auch beim Rückenmark die Anerkennung gewisser Gesetze in der Beschaffenheit und Anordnung seiner Formelemente nicht davon abhängig gemacht werden kann, dass dieselben an jedem einzelnen Elemente speciell nachgewiesen werden. Hieran zu erinnern müsste überflüssig erscheinen, wenn nicht neuerdings Kölliker (Geweblehre, 2te Aufl. 1855, pag. 305) sich einer solchen Forderung als eines Mittels bedient hätte, um darzuthun, dass seine erste Auffassung des Verhaltens der vorderen Spinalnervenwurzeln zu den Fasern der grauen Substanz und der vorderen Commissur, so wie der letztern zu den vorderen Längsbündeln der weissen Substanz, die auf die Dorpater Untersuchungen gegründete Schilderung dieser Verhältnisse nicht ausschliesse. Denn, bemerkt Kölliker, er habe ja keineswegs von allen Wurzelfasern behauptet und behaupten können, dass sie schliesslich in die vorderen und seitlichen Längsbündel umbiegen, »weil er so wenig wie Andere im Stande gewesen, alle Fasern zu verfolgen«. Ich will diese Bemerkung nicht nach ihren wissenschaftlichen Consequenzen analysiren, sondern nehme sie einfach als das Geständniss ihres Autors hin, dass seine Darstellung dieser Verhältn[illegible] noch haltbar, doch nicht die ganze Wahrheit enthält, und daher einer anderen [illegible] Raum lässt, sondern dieselbe mit Nothwendigkeit verlangt.

nach der Länge des Rückenmarks Statt hat, wird später bei Beschreibung des Längsschnitts erwähnt werden.

Wenn auf einem Querschnitt des Rückenmarks ausser den erwähnten drei Fortsätzen einer Zelle noch ein vierter wahrzunehmen ist, so ist derselbe immer nach hinten gerichtet, und lässt sich mitunter tief in das Hinterhorn hinein verfolgen. Wir wollen ihn daher auch erst bei diesem Theile der grauen Substanz in Betracht ziehen, und die Erläuterung eines fünften Fortsatzes der Betrachtung des Längsschnittes vorbehalten.

5) Hintere Hörner der grauen Substanz.

Wo die hinteren Hörner vorkommen — denn bei Amphibien und Fischen kann kaum von solchen die Rede sein — da nehmen sie auf dem Querschnitt einen ungleich kleineren Raum ein als die vorderen und bieten zugleich weit weniger Modificationen ihrer Form dar als diese. Sie haben nämlich im Allgemeinen ziemlich beständig die Form eines Oblongum, dessen Längendurchmesser schräg nach hinten und aussen sieht, so dass sie mit dem einen Ende an die übrige graue Masse stossen und mit ihr ohne deutliche Grenze zusammenfliessen, während das andere der Peripherie des Rückenmarks sich nähert, und zwar an derjenigen Stelle, wo die hinteren Nervenwurzeln zum Vorschein kommen. Das hintere Horn bildet dadurch gleichsam eine Scheidewand zwischen denjenigen Partien der weissen Substanz, die man als hintere und seitliche Stränge bezeichnet. Nicht allein in der Form, sondern auch in der Textur unterscheidet sich dieses hintere Horn sehr wesentlich von dem vorderen.

Zunächst nämlich fällt der lichte Saum auf, der mindestens das hintere Ende dieses Horns umgiebt, oft auch die ganze Ausdehnung seiner Grenze gegen die weisse Substanz hin bezeichnet, und gegen die bei durchfallendem Lichte so ausgezeichnete Dunkelheit dieser letzteren seine lichte Färbung um so mehr hervortreten lässt. An gewissen Stellen des Rückenmarks fliessen diese Säume beider Hinterhörner zusammen, indem sie an der inneren Seite jedes Hinterhorns sich bis zum Grunde der hinteren Rückenmarksspalte hinziehen und hier in einander übergehen[1]). Bekanntlich kann man auch an dem frischen Rückenmark schon mit blossem Auge diese Substanz unterscheiden, die, obgleich schon früher nicht unbemerkt geblieben, wegen ihres äusseren Ansehns von Rolando als gelatinöse Substanz, und von späteren Schriftstellern als Rolando's Nervensubstanz unterschieden wurde. Diese Masse besteht nach Remak[2]) aus Körpern, die mit den auf den organischen Fasern desselben Autors aufsitzenden gekernten Körpern am meisten übereinstimmen und theils frei

---

1) Diess ist die von Remak (observationes microscopicae, Berolini 1838, pag. 12) sogenannte gelatinöse Commissur, die indessen keinesweges überall am Rückenmark der Säugethiere angetroffen wird, sondern nur an manchen Stellen, namentlich im mittleren Rückentheil.

2) Observat. §. 22.

daliegen, theils aufs Innigste mit demjenigen Gewebe verbunden sind, welches ausserdem die gelatinöse Substanz ausmacht, nämlich äusserst weichen und zarten Fasern. Auch Kölliker[1]) schreibt der substantia gelatinosa Zellen zu von 0,004—0,012‴ Grösse und mit blassen sich verästelnden Fortsätzen versehen, und sehr feine »ächte« Nervenröhren von 0,001‴, die vorzüglich longitudinal verlaufen und in keinerlei Beziehung zu den Vorder- und Hintersträngen stehen. Aehnlich spricht sich Kölliker auch neuerdings aus[2]); und Clarke[3]) führt ebenfalls Fibern der substantia gelatinosa an, die vorzugsweise nach der Länge verlaufen sollen, noch feiner sind als die grauen Fasern des Sympathicus, keine Nuclei haben und wie die »ächten Röhren« von Essigsäure nicht verändert werden. — Dagegen finde ich[4]) in dieser gelatinösen Substanz nur Bindegewebe, und zwar die gallertartige Form desselben, die, ohne Zweifel in Folge des Ueberwiegens der Intercellularsubstanz, wenig oder gar nicht gestrichelt oder gefasert erscheint, und nur spärliche Zellenreste oder Bindegewebskörperchen darbietet, deren Menge jedoch bei jüngeren Individuen grösser zu sein scheint. In Remak's organischen Fasern und Kölliker's feinsten Nervenröhren, die am Chromsäurepräparat überhaupt nur selten nachweisbar sind, und am frischen Rückenmark entweder nur Folgen der Zerrung und Dehnung der in der gelatinösen Substanz gleichmässigen, oder vielleicht aus der Nachbarschaft herbeigezogenen bereits gefalteten Bindegewebsmasse sind — kann ich nichts weiter als Bindegewebe erblicken, und die grösseren gekernten Zellen, die Kölliker hier beschreibt, gehören vielleicht anderen Rückenmarkspartien an, da bei dem weichen Zustande des frischen Rückenmarks es kaum möglich sein dürfte, die gelatinöse Substanz frei von aller Beimischung aus der Nachbarschaft zu gewinnen. Ich finde hier nur spärliche Kerne oder Bindegewebskörperchen. — Durchsetzt wird aber die gelatinöse Substanz allerdings, wie längst bekannt, von wahren Nervenfasern, die bündelweise aus dem hinteren Horn hervorgehend zum Austritt in die hinteren Nervenwurzeln bestimmt sind, und also der gelatinösen Masse keinesweges eigenthümlich angehören. Hierbei stechen diese dunkeln Nervenfaserbündel von der hellen Masse, welche sie durchziehen, in auffallender Weise ab, und liefern dadurch ein Bild, dass bei Querschnitten durchs Rückenmark sogleich in die Augen fällt. Ubrigens treten keinesweges alle für die hinteren Nervenwurzeln bestimmten Faserbündel durch diese Substanz hindurch, sondern ein Theil derselben geht schon früher aus der grauen Masse des hinteren Horns unmittelbar in die weisse Substanz und von da in die Nervenwurzeln über[5]).

---

1) Mikroskop. Anatomie, pag. 414 u. 422.
2) Geweblehre, 2te Aufl., 1855, pag. 294.
3) Phil. Trans. 1851, pag. 610.
4) Gratiolet a. a. O. schreibt Volkmann und mir zu gezeigt zu haben, dass die gelatinöse Substanz der Hinterhörner im Wesentlichen aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt sei, die in ihrer Grösse den Blutkörperchen des Frosches gleichen. Ich gestehe, dass ich mich nicht erinnere, jemals früher über die Textur dieser Substanz eine Meinung veröffentlicht zu haben.
5) Diess sind diejenigen Theile der hinteren Wurzelfasern, von denen Clarke (a. a. O. pag. 608) sagt:

Ausser diesen die Spitzen der Hinterhörner querdurchsetzenden Nervenfasern sind diese hinteren Ausläufer der grauen Substanz noch dadurch von den Vorderhörnern unterschieden, dass in ihnen longitudinale Nervenfaserbündel erscheinen. Es treten dieselben auf dem Querschnitt als zahlreiche, unregelmässig gelagerte und geformte, gewöhnlich eckige oder rundliche Flecke oder Inseln auf, die in die graue Substanz eingestreut sind, vorzugsweise die Mitte des hinteren Horns einnehmen und bis gegen die Basis desselben reichen. Es stimmen diese Inseln im Wesentlichen überein mit den Gruppen, in welche auch die ganze aus Longitudinalfasern gebildete weisse Rückenmarkssubstanz durch das dazwischen gelagerte Bindegewebe zerfällt; nur scheinen die Lumina der einzelnen Fasern hier kleiner und die Zwischensubstanz geringer zu sein; daher die sehr dunkle Farbe dieser Flecke. Die von den hinteren Nervenwurzeln herrührenden Querfasern lassen sich bis zu diesen Gruppen von Längsfasern verfolgen und scheinen hier aufzuhören; ihre näheren Beziehungen zu einander sind jedoch auf diesem Wege nicht zu ermitteln und werden später erst Berücksichtigung finden. — Jenseits dieser inselförmigen Flecke erscheinen abermals querlaufende Streifen, die namentlich gegen die verengte Basis der Hinterhörner hin dichter zusammengedrängt sind, sonst ziemlich unregelmässig durch einander laufen. Ein Theil auch dieser Streifen ist sicherlich nur Bindegewebe, ein anderer Theil aber sind Nervenfasern, wie das die, mitunter schon bei Säugethieren, noch mehr aber bei Vögeln, deutlichen dunkeln Conturen derselben darthun. Dagegen habe ich von derjenigen Richtung dieser querlaufenden Nervenfasern im hinteren Horn, die Kölliker beschreibt und abbildet, wobei ein Theil derselben in die Hinterstränge, ein anderer in die Seitenstränge der weissen Substanz eintreten soll, niemals auch nur Andeutungen finden können. Was jenseits der erwähnten Inseln von Längsfasern sich an Querfasern in dem hinteren Horn findet, das zieht weiter durch die Basis des Horns nach vorn in die Hauptmasse der grauen Substanz und gegen das vordere Horn hin. Was hier aus diesen Fasern wird, ist beim Menschen und den Säugethieren, in deren grauer Rückenmarkssubstanz die wahren Nervenfasern nur selten mit Sicherheit sich verfolgen lassen, nicht zu ermitteln. Andeutungen darüber finden sich jedoch schon bei Vögeln, wo diese mitunter mit sehr scharfen und doppelten Conturen versehenen Fasern sich in die nächste Nachbarschaft der in der grauen Substanz eingebetteten und mit Fortsätzen versehenen Nervenzellen verfolgen lassen. Einen directen Uebergang beider in einander habe ich allerdings bei Vögeln niemals nachweisen können. Aber bei Amphibien und noch besser bei Fischen, bei denen freilich von hinteren Hörnern eigentlich keine Rede sein kann, lässt es sich leicht darthun, dass auch die Fasern der hinteren Nervenwurzeln zu den Zellen der grauen Substanz gelangen, ja dass hier sogar ein und dieselbe Zelle vordere und

---

the substantia gelatinosa is separated from the posterior white columns, particularly on each side, by a kind of border, composed of fine nervetubes, which wind round it, and proceed from the posterior roots of the nerves.

hintere Wurzelfasern aussendet[1]). Ohne dies letztere Verhältniss sofort auf die höheren Wirbelthiere und den Menschen übertragen zu wollen, scheint aus demselben wenigstens das gefolgert werden zu müssen, dass auch bei höher stehenden Geschöpfen die aus dem grauen Hinterhorn herkommenden Fortsetzungen der hinteren Nervenwurzeln an Nervenzellen der grauen Substanz ihr Ende erreichen.

Ein fernerer die Textur des Hinterhorns betreffenden Punkt, in Bezug auf welchen ich leider ebenfalls mit den Vorgängern auf diesem Gebiete nicht übereinstimmen kann, ist die Frage nach dem Vorkommen von Nervenzellen in dieser grauen Partie. Von den in der gelatinösen Substanz von Anderen beschriebenen Zellen ist soeben die Rede gewesen, und sie mussten aus der Zahl der Nervenelemente ausgeschieden werden. Dass die bekannten grossen vielstrahligen, unzweifelhaft zum Nervengewebe gehörenden Zellen in der substantia gelatinosa nicht vorkommen, das lehren auch schon Remak (a. a. O. pag. 17) und Kölliker (mikr. Anat. p. 415). Dagegen meint Remak, dass aus der der gelatinösen Substanz «benachbarten» spongiösen Masse (d. h. aus dem Hinterhorn) die grossen gekernten Zellen durch den Schnitt hinübergezogen werden können, und auch Kölliker will solche Zellen in den hinteren Hörnern gesehen haben, zwar nie so zahlreich wie in den Spitzen der vorderen, aber doch vollkommen deutlich und bald mehr gleichmässig zerstreut, bald hie und da gehäuft, wie namentlich an der inneren Seite der Basis der Hinterhörner. Clarke (a. a. O. pag. 612 und in mehreren der beigegebenen Abbildungen) behauptet wenigstens für gewisse Rückenmarkspartien, namentlich die Gegenden der Anschwellungen, die Anwesenheit von Zellen in den hinteren Hörnern. Diejenigen Zellen nämlich, welche sonst zu beiden Seiten des Spinalkanals und etwas nach hinten von demselben liegen, Clarke's posterior vesicular columns, sollen an den genannten Stellen, in Folge der Gestaltveränderung der grauen Substanz, in die hinteren Hörner hinaufrücken, so dass einige derselben eben so hoch als die gelatinöse Substanz gehen. Eben so kommen nach Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 30) in den hinteren Hörnern Ganglienzellen vor, einige nahe beim Eintritt der hinteren Wurzeln in diese Hörner, andere mitten im hintersten Horn in der substantia gelatinosa. Anderer Beobachter nicht zu gedenken will ich nur noch anführen, dass auch R. Wagner[2]) von Ganglienzellen der Hinterhörner spricht, die gegen die hintere Rückenmarksspalte und den Centralkanal hin Haufen bilden, dabei kleiner sein und weniger Strahlen besitzen sollen als die Zellen der Vorderhörner und Commissurenfasern aussenden, die hinter dem Centralkanal quer hinübergehen zu den Ganglienzellenhaufen der anderen Seite. Wagner spricht zugleich seine Verwunderung aus, dass die Dissertation von Schilling, die er sonst alles Lobes werth hält, dieser Zellen der Hinterhörner gar keine Erwähnung thut. Das Schweigen hierüber findet seine Erklärung darin, dass nach den hiesigen Untersuchungen diese

1) Näheres hierüber findet sich in Owsjannikow's Dissertation de medulla spinali piscium, Dorpati 1854.
2) Göttinger Nachrichten 1854, No. 6, pag. 97.

Zellen nicht anerkannt werden können, Ich glaube, dass in dieser Beziehung eine zwiefache Täuschung Statt gefunden hat; einmal nämlich sind auch hier Bindegewebskörperchen mit Nervenzellen verwechselt, und Wagner's Angabe über die geringeren Dimensionen der Zellen in den Hinterhörnern, und ihre hinter dem Centralkanal zur entgegengeseten Seite hinübergehenden Fortsätze ist kein geringer Beleg dafür. Andererseits ist aber auch bei Chromsäurepräparaten die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass durch den Schnitt aus ihrer natürlichen Stätte herausgerissene Ganglienzellen an Orte gebracht werden können, wo sie nicht hingehören oder zu erscheinen nicht bestimmt sind. Ich wenigstens muss als Resultat der Durchmusterung unzähliger Präparate aus dem Rückenmark von Säugethieren und Vögeln aufs Bestimmteste behaupten, dass in den Hinterhörnern selbst Nervenzellen sich nicht finden, dass dieselben höchstens bis in die Basis dieser Hörner reichen, d. h. bis etwa an die Stelle derselben, die mit dem Grunde der hinteren Spalte oder dem Rande der hinteren Commissur in gleichem Niveau liegt, und meistens etwas verengt erscheint. Mir ist in der langen Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand nur ein einziges Mal der Fall vorgekommen, dass eine grosse, intensiv gelb gefärbte, gekernte und mit mehreren Fortsätzen versehene Zelle in der gelatinösen Substanz eines Hunderückenmarks lag. Ob auch diess blos eine verirrte Zelle war, oder ob sie in ihrem natürlichen Lager sich befand, liess sich nicht entscheiden; aber auch im letzteren Fall war es nach meinen Erfahrungen nur eine seltene Annahme.

So findet also zwischen vorderen und hinteren Hörnern in Bezug auf das Vorkommen von Nervenzellen ein grosser Unterschied Statt. Die ersteren bilden den Hauptsitz der Nervenzellen, sind von denselben ganz durchsäet und die Zellen rücken so dicht an die angrenzende weisse Masse hinan, dass sie zum Theil sogar in dieselbe hineinragen, und ihre zu Nervenwurzeln bestimmten Fortsätze sofort in die Lücken der weissen Substanz aussenden. Die letzteren dagegen enthalten gar keine Nerzenzellen, die erst an ihrer Basis sich zu zeigen beginnen; und die hinteren Spinalnervenwurzeln müssen eben daher entweder die ganze Länge der hinteren Hörner, oder bei seitlichem Eintritt in dieselbe wenigstens einen Theil dieser Länge durchziehn, ehe sie zu Nervenwurzeln gelangen können. — Ob die an der Basis der Hinterhörner und den angrenzenden Partieen der grauen Substanz befindlichen Zellen eigends für den Ursprung der hinteren Wurzeln angelegt sind, und mit den Zellen der Vorderhörner, den unzweifelhaften Quellen der vorderen Wurzeln, durch besondere Commissurenfasern zusammenhängen, wie Wagner (a. zuletzt a. O.) vermuthet; — oder ob beim Menschen und den höheren Wirbelthieren eben so wie bei Amphibien und Fischen eine und dieselbe Zelle, gleichviel an welcher Stelle der grauen Masse sie ihr Lager habe, motorische und sensible Wurzeln als ihre Fortsätze aussendet, während eigne Commissurenfasern auch solche Zellen einer und derselben so wie beider Rückenmarkshälften mit einander verbinden, — das muss so lange unentschieden bleiben als es nicht gelingt, die Verhältnisse von Nervenzellen und Nervenfasern in der grauen Rückenmarkssubstanz höher stehen-

der Geschöpfe mit derselben Klarheit zu überblicken, mit welcher sich diese Dinge bei niederen Wirbelthieren darbieten.

6. Endfaden des Rückenmarks, filum terminale.

Auch über die Natur dieses unteren Endes des Rückenmarks haben die Ansichten ausserordentlich geschwankt. Wie Burdach[1]) mittheilt, wurde schon in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts die bis dahin allgemein geltende Meinung, dass dieser Faden ein Nerv sei, bestritten, und vielmehr behauptet, dass er nur eine Fortsetzung der Gefässhaut des Rückenmarks, ein von dieser Haut gebildetes Band sei, wodurch das Rückenmark nach unten befestigt werde. Auch schon Haller[2]), der diesen Nerven mit dem damals üblichen Namen »nervus impar« belegt, sagt ausdrücklich von ihm aus: nihil habet nervei, und bemerkt, dass er blos eine aus der pia mater gebildeten Scheide sei, welche eine Arterie und Vene zum untersten Ende des os coccygis begleite; und auch Gall[3]) wendet unter Anführung der Aussprüche von Chaussier und Cuvier, dass das Rückenmark »se termine en un filet tendineux«, durch welchen es an das Ende des Rückgratkanals befestigt werde, nichts gegen dieselben ein. — Dagegen glaubte Burdach (a. a. O.) darauf aufmerksam machen zu müssen, dass die pia mater nichts Selbstständiges, sondern um des Rückenmarks willen da sei, dass sie also auch ohne Rückenmark gar nicht vorhanden sein könne. Er bemerkt ferner, dass es aller Analogie widerstreite, dass die Arteria spinalis, als Hauptarterie eines wichtigen Organs, an ganz »fremde« Gebilde sich verzweigen sollte. Burdach schliesst sich daher in Betreff des oberen, wenigstens bis über zwei Zoll vom Centralende des untersten Beckenwirbelnerven abwärts reichenden Theils des Endfadens der bereits im Alterthum, schon von Galen geäusserten Meinung an, nach welcher dieser Faden als Rückenmark selbst oder Rückenmarksnerv zu betrachten ist. Burdach stützt seine Ansicht besonders darauf, dass in diesem Faden offenbar graue Substanz zu finden sei, die schon von aussen durch die Gefässhaut durchschimmere; auch sehe man Spuren von weisser Substanz, wobei er sich auf die mikroskopischen Untersuchungen von Barba[4]) beruft, und auf eine von ihm an der angegebenen unteren Stelle dieses Fadens beobachtete gangliöse Anschwellung. Den unteren Theil jenes Fadens erkennt Burdach aber als Schwanznerven an und beruft sich zum Beweise dessen besonders darauf, dass er mit dem oberen Theil desselben Fadens zusammenhänge, der, wie er eben dargethan, doch Rückenmark sei. — Dass nach dieser wohl

---

1) Vom Bau und Leben des Gehirns, Leipzig 1819, Bd. I, pag. 266.

2) Elementa physiologiae, tom. IV, pag. 254.

3) Gall et Spurzheim, anatom. et physiol. du système nerveux, Paris 1810, tom. I, pag. 56.

4) In dem in Reil's Archiv Bd. X, 1811, pag. 459 erschienenen Auszuge aus Barba's bereits 1807 in Neapel herausgegebener Schrift heisst es pag. 465: Der Centralfaden des sogenannten Pferdeschweifs enthält eine von der äusseren Nervenscheide ganz verschiedene aus sehr langen Fasern bestehende Membran, worin die »Markkügelchen in deutlichen Längenfasern oder zerstreut enthalten sind.

schon zu jener Zeit unzureichenden Beweisführung die nervige Natur des Endfadens keine allgemeine Anerkennung fand, kann nicht auffallen, und so geschah es denn auch, dass, um nur ein Paar Autoritäten zu nennen, Weber[1]) behauptete, dass nach der meisten Anatomen Untersuchungen dieser Faden nur häutig sei, dass Krause[2]) ihn einfach eine Fortsetzung der pia mater vom conus medullaris des Rückenmarks bis zum untern Ende des von der dura mater gebildeten länglichen Sackes nennt, mit dem dieselbe verwachse; und dass Arnold[3]) angiebt, das filum terminale sei nichts anderes als eine Fortsetzung der pia mater und enthalte keine Nervenmasse, indem die Steissbeinnerven ihm nur anhängen.

Dagegen hatte Remak[4]) es als einen Irrthum bezeichnet, dass die meisten Anatomen von dem Endfaden des Rückenmarks behauptet hätten, dass er nur aus Gefässen und Bindegewebe bestehe. Indem er diesen Faden einen zarten Kanal nennt, behauptet er, dass derselbe aus gelatinöser Substanz bestehe, die im unteren Ende des Rückenmarks ebenso wie im oberen (?) so sehr anwachse, dass die spongiöse Substanz endlich ganz verschwinde. Beim Schwein und Schaaf soll dieser gelatinöse Fortsatz des Rückenmarks da, wo die Wirbelbögen aufhören, den Wirbelkanal verlassen, und über den Wirbelkörpern zwischen den Muskeln und Sehnen des Schwanzes nahe der Haut von sehr zarten elastischen Bändern umgeben, sich verästeln. Die den Centralfaden begleitenden seitlichen Aeste sollen bei gleicher Farbe und Consistenz, wie die gelatinöse Substanz, doch ein deutliches Neurilem und jene glänzenden Querstreifen zeigen, welche alle Nerven auszeichnen. Sie unterscheiden sich daher von dem weicheren Centralfaden und sind den grauen sympathischen Strängen ähnlich. Das Ende dieser Nerven so wie des Centralfadens konnte jedoch Remak nicht erreichen, obgleich er ihn bis auf einen Zoll von der Schwanzspitze verfolgt hatte. — Mit dem Mikroskop fand Remak gekernte Körper mit 2, 3 und mehr Kernen, die gegen das untere Ende des Fadens an Menge zunehmen, und dazwischen kernlose, platte, durchsichtige Körper. Von den neben den gekernten Körpern befindlichen Fasern giebt Remak (p. 18) an, dass sie im untersten Ende des Fadens ein sehr feines Netz bilden, während die im oberen Theil befindlichen Nervenröhren immer der Länge nach verlaufen, und wahrscheinlich insgesammt in die Seitenzweige abgehen.

Kölliker äussert sich über die Textur des filum terminale an verschiedenen Orten in nicht übereinstimender Weise. Einmal[5]) lässt er dasselbe »soweit es noch hohl ist«, eine Forsetzung der grauen Masse des Marks sein, vorzüglich aus bis 0,006‴ grossen kernhaltigen blassen Zellen »wie Nervenzellen« bestehen, dazwischen aber auch dunkelrandige Ner-

1) Hildebrandt-Weber, Anat. des Menschen, Bd. III, 1831, pag. 372.
2) Handbuch der menschlichen Anatomie, Bd. I, Hannover 1843, pag. 1032.
3) Handbuch der Anatomie, Bd. II, Abth. 2, pag. 678, Freiburg i/B. 1851.
4) Observationes microscopicae, Berol. 1838, pag. 14.
5) Mikroskop. Anat. pag. 423.

venröhren von entschiedenen meist geringen Durchmessern, und ausserdem zahlreiche feine blasse Fasern enthalten, von welchen letzteren er es zweifelhaft lässt, ob sie Zellenfortsätze oder allerfeinste Nervenfasern seien. Wenn dieses »oder« dahin zu weisen scheint, dass jene wie Nervenzellen aussehende Zellen dies doch nicht sind, so erklärt Kölliker andererseits[1], dass die von Remak erwähnten Fasern, die doch nichts anderes sind als die von Kölliker selbst so eben als Nervenfasern bezeichneten Elemente, Bindegewebe der Hülle des Endfadens seien, obgleich Remak die ganze substantia gelatinosa desselben aus ihnen bestehen lässt. Endlich[2] heisst es bei Kölliker: das filum terminale hat denselben Bau wie die pia mater überhaupt, nur zeigen sich viele isolirte oder netzförmig vereinte Bündel, die vielleicht zur Arachnoidea zu zählen sind. Zuletzt[3] erwähnt Kölliker diese Zellen ohne ihre Natur zu bezeichnen, und neben feinen dunkelrandigen Nervenröhren werden feine blassen Fasern von zweifelhafter, vielleicht auch nerviger Natur, aufgeführt.

Wenn ich selbst früher bei gelegentlicher Untersuchung des filum terminale von Säugethieren die hier gefundenen Zellen und Fasern für wesentliche Nervenelemente hielt[4], so geschah es unter dem Einfluss der damals herrschenden Meinung, dass in jenem Theile, in sofern derselbe wesentlich zum Rückenmark gehöre, wie in diesem selbst nur Nervenelemente vorkommen können. Jetzt habe ich hierüber anders urtheilen gelernt. Meine Untersuchungen beziehen sich auch in diesem Punkte auf alle Wirbelthierclassen. Bei Fischen, wo das Rückenmark, obgleich beträchtlich, aber allmählich sich verschmälernd, bis an das äusserste Ende des Wirbelkanals reicht, und bis hierher mit unveränderter Regelmässigkeit seine Nervenwurzeln zu den nächsten Intervertebrallöchern in querer Richtung entsendet, ist keine cauda equina und kein filum terminale zu finden. Bei Fröschen dagegen, bei Vögeln und Säugethieren sind die anatomischen wie histologischen Verhältnisse dieser Partie im Wesentlichen dieselben. Zur mikroskopischen Untersuchung ist das erhärtete filum terminale der Frösche ohne weiteres geeignet, weil es bei geringerer Länge und verhältnissmässig grösserer Dicke sich bequemer handhaben und leichter in hinreichend dünne Segmente zerlegen lässt. Bei dem langen und dünnen Endfaden der Vögel und noch mehr bei dem der Säugethiere muss ein äusserer Halt angebracht werden, um aus dem filum Durchschnitte von erforderlicher Durchsichtigkeit zu gewinnen. Man kann zu diesem Zwecke schon die, namentlich bei Säugern, den Endfaden umschliessenden Wurzelbündel der cauda equina benutzen, indem dieselben, durch Chromsäure erhärtend, auch für das filum eine passende Stütze abgeben können. Wenn sie dem letzteren aber nicht nahe genug anliegen, um bei dem Act des Durchschneidens den gewünschten Nutzen zu gewähren, so lässt sich

---

1) Mikroskop. Anat. pag. 625.

2) Ebendaselbst pag. 691.

3) Gewebelehre, 2te Aufl. pag. 499.

4) Zur Lehre von dem Verhältnisse der Ganglienkugeln zu den Nervenfasern. Leipzig 1847, pag. 15.

das vorher erhärtete filum leicht mit einer Auflösung von Gutta Percha in Chloroform umgeben, welche nach dem Starrwerden eine feste Hülse um den Faden bildet, die von den Schnitten mitgetroffen wird, aus welcher jedoch das Segment des Endfadens sogleich herausfällt, so dass es ohne Weiteres zur Untersuchung benutzt werden kann. Die folgenden Angaben sind dem filum einer Katze entnommen, finden aber in den Hauptpunkten auch Anwendung auf andere Säugethiere und den Menschen, ja gelten im Wesentlichen selbst für Vögel und Frösche.

Wenn man aus dem ringsum von den Bündeln der cauda equina umgebenen und durch dieselben gestützten filum und zwar aus dem oberen Drittel desselben einen Querschnitt heraushebt, so findet man, wenn der Schnitt durch Stellen geht, an welchen dem Sacke der dura mater äusserlich Spinalganglien anliegen, an den beiden Seiten des Präparates zuerst die zierlichen Durchschnitte dieser letzteren. Eine starke, aus concentrisch gelagerten Bindegewebsfasern gebildete Hülle umschliesst einen unregelmässig rundlichen Raum, in welchem Nervenzellen in sehr wechselnder Gruppirung zusammengelagert sind. Bald wird die eine Hälfte des Raums ausschliesslich von dem Zellenhaufen, die andere von den Fasern eingenommen, bald wird die Aequatorialebene des Segments von Faserdurchschnitten gebildet, die beiderseits von Zellenhaufen begrenzt sind; oder im Gegentheil, die Zellen bilden jene mittlere Zone, und die Fasern sind gegen die Pole zurückgedrängt; bald endlich wechseln Zellenhaufen und Fasergruppen ganz unregelmässig mit einander ab. Die Zellen sind ohne Ausnahme durch die Chromsäure mehr oder weniger intensiv gelb gefärbt, von fein granulirter Masse, mit einem deutlichen Kern und Kernkörperchen versehen; wo letztere fehlen, was zuweilen auch hier vorkommt, deutet diess darauf, dass der Schnitt nicht aus der Mitte der Zelle mit ihrem meist centralen Kern, sondern aus einer der Peripherie näheren Ebene genommen ist. Der Contur der Zellen ist zwar deutlich, aber durchaus blass und nicht von einer scharfen dunkeln Linie bezeichnet. Eingebettet sind die Zellen in die Maschenräume eines Netzwerks, das mit der äusseren bindegewebigen Hülle des Ganglions ununterbrochen zusammenhängt. Die Zellen füllen nicht immer die für sie bestimmte Höhlung ganz aus, sondern lassen entweder ringsum oder wenigstens an einer Seite einen hellen Zwischenraum, der von Zellenausläufern durchsetzt ist, deren ich mehr als zwei nicht wahrgenommen habe. In dem dunkelgestrichelten Netzwerk selbst haben sich manchmal Capillargefässe nebst eingeschlossenem Blut, wie im lumen so von der Seite mit aller Deutlichkeit erkennen lassen. Also auch hier wie am Rückenmark haben die Ganglienzellen nicht eine besondere Hülle, sondern sind in eine bindegewebige Masse eingesenkt, von welcher die bei Untersuchung frischer Ganglien durch ihren dunkeln Contur kenntliche Scheide der Zellen einen durch die Präparation herausgelösten Theil bildet. Dass diese Scheide und eben so die continuirlich mit ihr zusammenhängende Primitivscheide der peripherischen Nervenfibrillen zum Bindegewebe gehöre, möchte kaum anderswo in entscheidenderer Weise dargethan werden können als eben in den Spinalganglien. — Die das Ganglion durchsetzen-

den Nervenfasern bieten sich auf solchen Segmenten entweder quer oder schief durchschnitten dar, und von denselben Charakteren wie in der weissen Rückenmarksmasse, nur dass die dazwischen befindliche Bindegewebsmenge hier geringer zu sein scheint.

Die bindegewebige ringförmige Umhüllung dieser Ganglien steht nun durch mehr oder weniger starke Fortsätze in Verbindung mit einem zweiten, breiten, in deutlich concentrischer Weise dicht gestreiften, derben Ringe, der der Querschnitt der dura mater ist, und an dessen äusere Seite, sofern nicht die Spinalganglien sie berühren, ein lockeres Bindegewebe mit eingebetteten Fettzellen stösst. Von der inneren Seite dieses Ringes gehen in wechselnder Zahl und Anordnung zarte und lockere Ausläufer aus, die, durch Communicationsfäden mit einander in Verbindung stehend, wiederum ein weitmaschiges Netzwerk bilden, in welchem grössere oder kleinere Gruppen quer durchschnittener Nervenfasern eingelagert sind. Diess sind die die cauda equina bildenden Nervenwurzeln, die an dem filum vorzugsweise zu beiden Seiten des Segments gelagert sind, und die vordere und hintere Partie desselben gewöhnlich ganz frei lassen. Höher aber, wo um das eigentliche Rückenmark der Anfang der cauda equina vorhanden ist, bildet die letztere in ihrer Gesammtheit einen vollständigen Ring, der auf dem Querschnitt die weisse Substanz gleichmässig umgiebt, und durch die pia mater von ihr geschieden ist. Obgleich in jenem Netzwerk, welches die Nervenbündel der cauda enthält, auch die sogenannte Arachnoidea enthalten sein muss, so habe ich an dem Chromsäurepräparat einen von ihr umschlossenen Hohlraum oder gar ihren Zellenüberzug niemals erkennen können. Dagegen haben sich manchmal auch mitten in solchen Faserbündeln der cauda kleine Ganglienzellengruppen dargeboten, die ohne Zweifel die bekannten innerhalb der dura mater liegenden Ganglia coccygea Schlemmii[1]) waren. Nach innen von diesen Bündeln der cauda eqina erscheint dann abermals der Querschnitt eines im Vergleich zur dura mater weit schmäleren von concentrisch gestreiftem Bindegewebe gebildeten Ringes. Diess ist die pia mater, in deren Lichtung endlich das eigentliche filum sich darbietet.

In der Mitte des letzteren tritt zunächst hervor die centrale Höhlung, ringsum ausgekleidet von einem Cylinderepithelium, dessen Zellen selbst in Chromsäurepräparaten an ihrer freien Basis den Wimperbesatz nicht selten aufs Deutlichste darbieten. Dieser Kanal ist entweder weit geöffnet, oder — wie es scheint, durch den Druck der aussen anliegenden Nervenbündel — seitlich so comprimirt, dass die Wände einander nahezu oder wirklich berühren. Der offene Kanal ist entweder ganz leer, oder wenigstens theilweise von grösseren oder kleineren Stücken einer sehr feinkörnigen Masse — geronnener liquor cerebrospinalis — erfüllt. — Auf dieses Epithelium folgt nach aussen als eigentliche Wand der Lichtung eine Substanzlage, die neben zahlreichen Blutgefässen aus einem Gewebe besteht, das theils aus circulär verlaufenden Faserzügen, theils aus zahlreichen dieselben durchsetzenden,

1) Müller's Archiv 1834, pag. 91.

gekernten, sternförmigen und mit ihren Ausläufern vielfach anastomosirenden Zellen zusammengesetzt ist. Die Bindegewebsnatur dieser ganzen Lage ist so evident, dass hierüber durchaus kein Zweifel bestehen kann. — Nach aussen von dieser vorzugsweise circulären Schicht, und mitunter durch eine ziemlich scharfe Grenze von ihr unterschieden, liegt eine zweite Schicht, die ein sehr dichtes Netzwerk mit engen Maschen und weit sparsameren Kernen darstellt, und nicht selten durch eine dunklere Färbung von der ersten Schicht sich unterscheidet. Dieses Ansehn entsteht durch die der Länge des filum entsprechende longitudinale Anordnung der Bindegewebselemente, seiner Faser- und Faltenzüge, die hier wie in den oberen dem eigentlichen Rückenmark angehörenden Partien gelagert sind, obgleich es hier noch keine longitudinale Nervenfasern zu beherbergen giebt. Die Analogie mit dem eigentlichen Rückenmark zeigt sich auch darin, dass die querdurchschnittene Längsfaserschicht an verschiedenen Stellen von querlaufenden Faserzügen durchsetzt wird; diess ist am auffallendsten an den der vorderen und hinteren Rückenmarksspalte und den hinteren Seitenfurchen entsprechenden Gegenden. Diese queren Septa gehen einerseits in die den Kanal zunächst umgebende Substanz über, ja lassen sich selbst bis zu den Spitzen der Epithelialzellen verfolgen und setzen sich in diese fort, andererseits treten sie in die von dem filum zwar deutlich abgegrenzte, aber doch zahlreiche feinere oder gröbere Fortsätze in dasselbe hineinsendende pia mater aus. Auch in dieser Beziehung stimmt also das filum mit den oberhalb gelegenen und zum eigentlichen Rückenmark gehörenden Theilen überein. Ausdrücklich mag übrigens noch bemerkt werden, dass die dunklere Färbung der äusseren Schicht des filum und die scharfe Abgrenzung von der inneren ungleich lichteren Lage leicht die Ansicht erwecken kann, als ob man es dort schon mit den das Licht stark brechenden und daher dunkeln Nervenfasern zu thun habe. Die Anwendung der diluirten Schwefelsäure, ja schon der Essigsäure, lehrt hier bald die Wahrheit erkennen. Während nämlich die Durchschnitte der Nervenbündel hierdurch nicht verändert werden, ja selbst noch deutlicher hervortreten, weil das zwischen den Nervenelementen befindliche Bindegewebe aufquillt und durchsichtiger wird, geht an der Substanz des filum in Folge der gleichen Aufquellung die dunkle Färbung verloren, der Unterschied in der durchscheinenden Beschaffenheit der beiden Substanzlagen wird fast ganz ausgeglichen, die Differenz von den unzweifelhaften Nervenbündeln (z. B. der cauda equina, die durch den Schnitt gewöhnlich mit gewonnen und gleichzeitig mit dem filum unter das Mikroskop gebracht werden) tritt um so entschiedener hervor und es wird der letzte Zweifel darüber beseitigt, dass man es mit einem nur aus Bindegewebe bestehenden und aller Nervenelemente durchaus ermangelnden Organtheile zu thun habe. — Ein Umstand, der die Verschiedenheit der dunklen nach aussen gelegenen Substanz des filum vom Nervengewebe ausserdem noch darthut, liegt in der Abwesenheit einer vorderen und hinteren Längsspalte. Eine flache Einbuchtung findet sich freilich an beiden bezüglichen Stellen, und vorne namentlich ist die pia mater durch Aufnahme eines beträchtlichen Gefässlumens auch bedeutend verdickt; aber langausgi

gene Fortsätze, die in horizontaler Richtung von vorn nach hinten oder umgekehrt eindringen, giebt es hier nicht, weil die Spalte fehlt, obgleich hier wie im übrigen Umfange des filum Fortsätze von der Innenseite der pia mater in die Substanz des filum eintreten. Zwischen der vorderen Einbuchtung und der vorderen Spitze des Centralkanals ist häufig eine Durchkreuzung der Faserzüge wahrzunehmen, ein Verhältniss, das sich nirgends so deutlich gezeigt hat wie in dem filum terminale des Frosches, und dessen Anwesenheit bei völligem Mangel aller Nervenelemente entschieden darauf hinweist, dass bei Beurtheilung der vorderen Kreuzungscommissur des Rückenmarks die grösste Vorsicht erforderlich ist, weil keinesweges Alles, was die Durchkreuzung zeigt, ohne weiteres für Nervengewebe gehalten werden darf.

Das Bindegewebe, aus welchem demnach das filum terminale besteht, ist jedoch im frischen Zustande wegen der grossen Menge des dasselbe erfüllenden thierischen Wassers nicht allein sehr locker, sondern hat auch für das unbewaffnete Auge ein durchscheinendes gallertartiges Ansehn. Dem Ausspruch Remak's, dass der Endfaden ganz aus gelatinöser Substanz bestehe, schliesse ich mich daher unbedenklich an; über die Natur dieser Substanz muss ich aber freilich eine ganz andere Ueberzeugung hegen. Sie ist im Rückenmarksende wie an andern Stellen dieses Centralorgans nichts anderes als eine Modification des Bindegewebes. Und diess wird durch die mikroskopische Untersuchung des filum im frischen Zustande durchaus bestätigt. Es besteht nämlich theils aus netzartig verflochtenen theils parallel verlaufenden Fasern, die bald so fein sind, dass ihre Conturen in eine einzige dunkele Linie zusammenfallen, bald als Bänder von verschiedener, grösserer oder geringerer Breite sich darstellen. Zwischen die Faserzüge sind eingebettet eckige, einen oder mehrere Kerne eng umschliessende und mit zahlreichen Fortsätzen versehene Zellen. Die Ausläufer benachbarter Zellen anastomosiren häufig mit einander und rufen dadurch ein an Knochenkörperchen erinnerndes Ansehn hervor. Diese Zellen sind gegen die Mitte des filum, in der Nähe des Centralkanals, dichter an einander gedrängt als an der äusseren Oberfläche. Neben ihnen, vorzugsweise in den äusseren Partien des filum, findet sich eine zweite Art von Zellen, von scharf umgrenzter, regelmässig oblonger Form, die höchstens an den beiden Enden mit Andeutungen von Ausläufern versehen sind und dadurch spindelförmig erscheinen; sie stimmen in Grösse, Form und mitunter selbst reihenweiser Anordnung ganz überein mit den im Bindegewebe schon längst anerkannten »Kernen«. Zwischen diesen verschiedenen Zellenformen und deren Ausläufern findet sich eine Intercellularsubstanz von bald lockerer, bald dichterer Beschaffenheit, und von bald ganz homogenem und durchsichtigem, bald fein gekörntem, oder mit Falten und Faserzügen versehenem und streifigem Ansehn. Endlich finden sich auch hier zahlreiche Gefässe, bald kleine Arterien und Venen, bald capilläre Netze, die gewöhnlich noch von Blutkörperchen erfüllt erscheinen, aber auch im entleerten Zustande leicht und mit Sicherheit zu erkennen sind. — Nach wiederholter Untersuchung des filum im erhärteten und frischen Zustande muss ich daher den Ausspruch wiederholen,

dass kein einziges wesentlich nerviges Formelement in dem Endfaden des Rückenmarks anzutreffen ist, und dass an diesem Theil besonders schlagend dargethan werden kann, dass, was man hier für Nervenfasern und Nervenzellen gehalten hat, nur Streifen und Fasern der intercellulären Bindegewebsmasse, oder Reste und Ausläufer der Zellen sind, die die wesentliche Grundlage des sich entwickelnden Bindegewebes abgegeben haben.

Steht aber die Abwesenheit von Nervenelementen in dem Endfaden des Rückenmarks fest, so entsteht natürlich die Frage, an welcher Stelle dieselben denn aufzutreten beginnen, wo also das eigentliche Rückenmark seinen Anfang nehme. Die Antwort hierauf zu suchen, ist um so grössere Aufforderung vorhanden, als die zu diesem Zweck unternommene Untersuchung zugleich die Aussicht eröffnet, directe Erfahrungen darüber zu gewinnen, dass Nervenzellen und Nervenfasern in ihrem Auftreten aufs Engste an einander gebunden sind, und dass diese Verbindung durch directen Zusammenhang beider Elemente zu Stande komme. Wir haben, um dieses Ziel zu erreichen, die grosse Mühe nicht gescheut, an mehreren Rückenmarken, namentlich von Katzen, Schritt vor Schritt, durch dünne zur mikroskopischen Untersuchung geeignete Schnitte in dem filum von unten nach oben fortzuschreiten, und glauben daher, nachdem wir viele Hunderte, ja Tausende von Segmenten zu diesem besonderen Zwecke durchgemustert haben, endlich zu einer bestimmten Meinungsäusserung berechtigt zu sein. Wir wollen übrigens nicht verhehlen, dass wir hierbei alle die Zweifel, welche die Schwierigkeit der Unterscheidung von Nervenelementen und Bindegewebe wach rufen kann, zu wiederholten Malen durchgekämpft haben, dass wir, weit entfernt die sich uns darbietenden Erscheinungen gewaltsam unter eine einmal gefasste Ansicht zu beugen, vielmehr täglich und an jedem neuen Präparat sie aufs Neue zu prüfen bemüht und sie aufzugeben ganz bereit waren. Ich will von den hierher bezüglichen Untersuchungen nur eine näher anführen. Bei dem Rückenmark einer erwachsenen Katze, das in der Lendenanschwellung eine Breite von 2‴ par. besass, hatten die Querschnitte des filum, selbst da, wo sie im längeren Durchmesser 0,054″, in der Breite 0,038″ maassen, und wo der Kanal 0,026″ lang und 0,0035″ breit war, wo endlich die Epithelialschicht 0,0007″ dick erschien, — keine Spur von Nervenzellen oder Nervenfasern gezeigt. Erst da, wo das unterhalb der Lendenanschwellung sehr rasch sich verschmälernde Rückenmark noch etwa 1‴ breit erscheint, oder wo der nach oben hin rasch sich verdickende Endfaden schon eine Dicke von nahezu 1‴ par. besitzt, treten Nervenelemente auf; und zwar so, dass, sobald man in den Vorderhörnern Zellen nachweisen kann, auch in der schon vorher dazu vorbereiteten äusseren Substanzlage des filum, die Querschnitte der Fasern kenntlich werden. Ohne Nervenzellen in der grauen Substanz haben wir auch in der weissen keine Nervenfasern nachzuweisen vermocht. Der innige Zusammenhang von Zellen und Fasern darf auch hieraus wieder erschlossen werden, obgleich wir denselben auf dem Querschnitt des filum direct zu beobachten bei diesem Thiere kein Mal im Stande waren. Unterhalb der Stelle, wo in der grauen Rückenmarksmasse die letzten Nervenzellen auftreten, giebt es

keine eigentliche weisse Substanz, keine longitudinal verlaufenden Nervenfasern mehr, zum Beweise, dass letztere von den Zellen nicht nach abwärts gehen können, sondern zum Gehirn anzusteigen bestimmt sein müssen.

So auffallend es auf den ersten Blick erscheinen mag, dass weit über die Stelle hinaus, an welcher gegen das untere oder hintere Ende des Rückenmarks Nervenelemente nachweisbar sind, ein bindegewebiger Faden weiter geht, dessen Elemente ganz dieselbe Anordnung zeigen wie die zur Aufnahme wirklicher Nervensubstanz hergerichtete Bindegewebsgrundlage des eigentlichen Rückenmarks selbst, und so sehr man vielleicht eben deshalb geneigt sein könnte, die Abwesenheit von Nervenelementen in diesem allgemein zum Rückenmark gerechneten Theil in Zweifel zu ziehen, so giebt die Entwickelungsgeschichte über dieses Verhältniss doch ganz befriedigenden Aufschluss. Es entspricht nämlich bekanntlich in den früheren Bildungsperioden die Länge der Rückenmarksanlage genau der ganzen Länge des Wirbelrohrs, so dass das Rückenmark bis ans äusserste Ende des letztern hinreicht. Die eigenthümliche Anordnung desjenigen Bindegewebes, das zur Aufnahme der wesentlichen Nervenelemente des Rückenmarks und zur Umhüllung des ganzen Organs dient, erstreckt sich also über die ganze Länge der Wirbelsäule, und die Anlage zum ferneren Wachsthum dieses Bindegewebes geht demnach über die ganze Rumpflänge hin. Nun ist es längst bekannt, dass bei den höheren Classen der Wirbelthiere und beim Menschen das Längenwachsthum des Rückenmarks mit dem der Wirbelsäule nicht gleichen Schritt hält, und dass sich das Rückenmark daher mehr und mehr von dem hinteren Ende der Wirbelsäule zurückzieht. Wie auf diesem Umstande das Auftreten der cauda equina beruht, die nur dadurch zu Stande kommen kann, dass an den aus der unteren Hälfte des Rückenmarks hervorgetretenen Nerven die zwischen dem Rückenmark und den foramina intervertebralia oder den Spinalganglien liegende Strecke rascher im Wachsthum fortschreitet als die entsprechende Partie an den höher gelegenen Spinalnerven, und wie demgemäss auch die für diese Nervenwurzeln bestimmten Scheiden (pia mater, dura mater) rascher an Länge zunehmen, so muss in dem gleichen Verhältniss auch die Bindegewebsgrundlage des Rückenmarks selbst wachsen. Wenn nun aber das äusserste Ende des Rückenmarks mittelst seiner bindegewebigen Grundmasse mit der Auskleidung des Rückgratkanals vom Anfang an in Verbindung stand, und wenn dieser Zusammenhang, wie das angeheftete Ende des filum lehrt, immer beibehalten wird, so müssen auch die Elemente des filum rascher gewachsen sein als andere Strecken dieser Bindegewebsgrundlage. Sie wachsen aber nach demselben Typus weiter, nach welchem ihre erste Anlage zur Aufnahme von Nervenelementen geformt wurde, obgleich sie zu solcher Aufnahme nicht weiter bestimmt sind. Im Voraus müssen wir uns aber hierbei dagegen verwahren, als meinten wir, die Bildung des Rückenmarks erfolge auf die Weise, dass zuerst die Bindegewebsgrundlage desselben angelegt, und die später auftretenden Nervenelemente nachträglich in diese hinein abgesetzt würden. Es wird sich im Gegentheil in der zweiten Abtheilung dieser Abhandlung Gelegenheit bieten, den entgegengesetzten

Weg für die Entstehung der in die Zusammensetzung des Rückenmarks eingehenden Elemente näher zu bezeichnen. Die regelmässige Anordnung des Bindegewebes in dem filum terminale, die mit den Formen desselben im Rückenmark vollkommen übereinstimmt, ist vielmehr nur ein neuer Beweis für die längst anerkannte Wahrheit, dass die Geltung des Typus weiter reicht als die physiologischen Leistungen der nach demselben auftretenden Organe.

V. Kapitel.

Untersuchung von Längsschnitten des Rückenmarks.

Während die durch das Rückenmark geführten Querschnitte im Wesentlichen immer das gleiche Bild geben, und nach verschiedenen Gegenden des Organs nur unerhebliche Differenzen in den räumlichen Verhältnissen der grauen und weissen Substanz zu einander, und der in die erstere eingebetteten Zellen sich darbieten, ist es mit den Längsschnitten ganz anders. Hier macht es begreiflicher Weise einen grossen Unterschied, ob der Schnitt einer von vorn nach hinten durch die Mitte des Rückenmarks gelegten Ebene parallel geht oder dieselbe unter einem Winkel schneidet; ob im ersten Fall das Segment näher oder entfernter von jener imaginären Ebene genommen wird, ob es im letzten Fall dieselbe unter einem rechten oder spitzen Winkel, vor oder hinter dem Centralkanal trifft. Von den zahlreichen Modificationen, die in dieser Beziehung möglich sind, wollen wir nur diejenigen berücksichtigen, welche für das Verständniss der Rückenmarkstextur besonders wichtig sind, und wir werden uns bei der Erläuterung derselben um so kürzer fassen dürfen, als wir unsere Ueberzeugung von der Natur der Rückenmarkssubstanzen und der in ihnen vorkommenden Elemente bereits dargelegt haben, und also nur den Zusammenhang und Verlauf derjenigen Elemente zu berücksichtigen brauchen, deren wesentlich nervige Natur wir anzuerkennen keinen Anstand nehmen. Es versteht sich übrigens von selbst, dass die Leichtigkeit, solche Längsschnitte von brauchbarer Beschaffenheit anzufertigen, sie von der ganzen Dicke oder Tiefe des Rückenmarks und von hinreichender Durchsichtigkeit zu gewinnen, keinesweges überall gleich ist; dass, wenn von dem dicken Rückenmark grösserer Thiere nur selten Segmente erlangt werden können, die durchweg von gleichmässiger Brauchbarkeit sind, auch ein sehr dünnes Rückenmark, z. B. von Petromyzon, schon weil es sich sehr unbequem handhaben lässt, der Präparation dieser Art besondere Schwierigkeiten entgegenstellt. Das Rückenmark von Hunden mittlerer Grösse oder von Katzen ist in dieser Beziehung am leichtesten zu behandeln. Indessen muss man auch hier darauf gefasst sein, dass nicht leicht ein einziges Segment allen Aufschluss, den es bieten könnte, auch wirklich gewährt, sondern dass meistens nur durch Combination von Einzelheiten, welche verschiedene Schnitte in überzeugender Klarheit darlegen, ein Gesammtbild derjenigen Anordnung gewonnen wird, die den Rückenmarkselementen in einer oder der andern Richtung zukommt.

a. Längsschnitt von vorn nach hinten durch die vorderen und hinteren Wurzelbündel einer und derselben Rückenmarkshälfte.

Weil, wie die Betrachtung des Querschnitts lehrt, die aus den vorderen und hinteren Hörnern der grauen Substanz hervorgehenden Wurzelbündel nur zum kleinsten Theile einander gerade gegenüber liegen, vielmehr beide sich mehr oder weniger nach aussen neigen, und die zum vorderen und hinteren Wurzelpaare gehörenden Bündel divergirend nach rechts und links gehen, so wird man auf einem Längsschnitt auch nur ausnahmsweise beide Reihen von Nervenwurzeln gleichzeitig in ihrem ganzen Verlauf durch die weisse Substanz übersehen können. Wird aber der Längsschnitt in der vorher erkannten Richtung der einen Wurzelreihe geführt, so lässt sich diese in ihrem Verhältniss zur weissen und grauen Substanz vollständig überblicken.

Betrachten wir zuerst einen die vordere Wurzel betreffenden Schnitt dieser Art, so zeigen sich in der weissen Substanz longitudinal verlaufende, breite, dunkelrandige meist ziemlich parallel neben einander gelagerte Fasern, deren Lumina oder kreisförmige Durchschnitte wir aus dem queren Rückenmarkssegment bereits kennen. Während der Parallelismus dieser Längsfasern in den sogenannten mittleren Strängen der weissen Substanz in der That ein vollkommener genannt werden kann, machen dieselben in den vorderen Strängen mehr oder weniger häufige kleine seitliche Biegungen, um den zwischen ihnen durchgehenden Wurzelbündeln Raum zu geben. Diese Wurzelbündel erscheinen als im Allgemeinen querlaufende Züge, die die longitudinalen Faserbündel nach ihrer ganzen Dicke in einer ein wenig gegen das untere oder hintere Rückenmarksende geneigten Richtung durchsetzen, an der äussern Fläche des Rückenmarks angelangt, diese Richtung noch weit entschiedener einschlagen, und um so mehr, je mehr man die Schnitte aus dem unteren Theil des Rükkenmarks genommen hat, wo die Nervenwurzeln eben durch diese gegen die Längenachse des Körpers oder Rückenmarks geneigte Richtung die cauda equina bilden. Neben Querzügen, welche ihren ganzen Verlauf durch die weisse Substanz ununterbrochen überblicken lassen, giebt es in jedem Präparat eine weit grössere Zahl von Bruchstücken derselben, indem in den erwähnten Lücken zwischen den Längsfasern bald nur die Durchschnitte solcher Querfasern einzeln oder reihenweise über einander liegend, bald auch kurze Strecken ihres Verlaufs in Form von kurzen, zwischen den Längsfasern in rechten oder nach unten spitzen Winkeln hervortauchenden und scharf abgeschnitten endenden Pallisadenreihen dem Auge entgegentreten[1]). Niemals hat sich an diesen queren Fasern eine Anordnung der Art gezeigt, dass sie in die Längsfasern umbogen; nie hat sich eine Abweichung von diesen im Allgemeinen queren Gange wahrnehmen lassen. Andere Querfasern als diese den Ner-

1) Lenhossek a. a. O. tab. III, fig. 5 giebt eine Abbildung dieses Verhältnisses, jedoch in zu geringer Vergrösserung, als dass die Natur der Elemente anschaulich wäre.

venwurzeln angehörenden giebt es daher in der weissen Rückenmarkssubstanz durchaus nicht, und die Menge in der sie sich auf einem in der angedeuteten Richtung geführten Längsschnitt darbieten, steht daher in geradem Verhältniss zu der Zahl und Stärke der aus der betreffenden Rückenmarkspartie heraustretenden Nerven.

Wenn die Vorderstränge eben so wie die übrige weisse Rückenmarkssubstanz gegen die Peripherie des Organs auch bei mikroskopischer Untersuchung mit einer ziemlich scharfen Grenze aufhören, indem die longitudinalen Fasern in gestrecktem Verlaufe dicht an die innere Seite der pia mater sich anlegen, so ist ihre innere Grenze gegen die graue Substanz, obgleich für das unbewaffnete Auge ebenfalls scharf gezeichnet, unter dem Mikroskop doch von der ersteren wesentlich verschieden. Fast niemals findet man diese letztere Grenze von einer oder mehreren über den ganzen Schnitt ununterbrochen sich erstreckenden longitudinalen Nervenfasern gebildet, sondern in der Regel nimmt jede dieser innersten Fasern nur einen Theil der Grenzlinien ein, indem das eine Ende derselben zwar der Längenrichtung folgt, das andere dagegen mit einer bald schärferen, bald schwächeren Biegung sich gegen die graue Substanz neigt und in dieselbe hineintritt. Hat man darauf geachtet, wie die beiden Enden des Segments sich zu dem oberen und unteren Theil des Rückenmarks, aus welchem der Schnitt entnommen, verhalten, so gewinnt man bald die Ueberzeugung, dass das gegen die graue Substanz sich neigende Ende dieser Fasern das nach unten oder hinten gerichtete, das den longitudinalen Verlauf einhaltende das nach oben oder vorn zum Gehirn gehende ist. Hält man damit den schon oben näher besprochenen Umstand zusammen, dass die weisse Substanz von unten nach oben an Stärke zunimmt[1]), so ist man zu der Ansicht berechtigt, dass, wie die Querfasern der weissen Substanz aus der grauen herkommend zur Aussenfläche des Rückenmarks dringen und in die Nervenwurzeln übergehen, so auch die Längsfasern denselben Ursprung haben, aber nicht nach aussen gelangen, sondern ununterbrochen zur medulla oblongata und zum Gehirn sich fortsetzen.

Die graue Substanz auf einem solchen Längsschnitt zeigt in der bindegewebigen Grundmasse, die sich hier ganz so ausnimmt wie auf dem Querschnitt, zahlreiche eingebettete Nervenzellen, die namentlich gegen die weisse Substanz hin ziemlich dicht gedrängt sind, mitunter continuirliche Längsreihen bilden, zuweilen fast zwischen die weissen Längsfasern sich eindrängen, entfernter von letzteren aber immer spärlicher werden. Färbung, Grösse, Gestalt, innere Beschaffenheit und Fortsätze der Zellen bieten sich hier ganz eben so wie auf dem Querschnitt dar, so dass wir hierbei nicht länger verweilen, sondern sogleich zu

---

1) Diese Zunahme ist nicht überall nur auf eine Vermehrung der weissen Longitudinalfasern zu beziehen. An den Rückenmarksanschwellungen beruht sie auch auf der grösseren Menge der von diesen Stellen ausgehenden Nervenwurzeln, welche, die Longitudinalfasern quer durchsetzend, ein Anschwellen der ganzen weissen Substanz zur Folge haben müssen. Die Zunahme der weissen Masse nach oben oder gegen das Gehirn hin ist daher, wie auch schon Schilling (a. a. O. pag. 14) ausführte, keinesweges eine stetige.

der wichtigsten Frage nach der Bedeutung und dem Schicksal dieser Fortsätze übergehen. Dass ein Theil derselben dazu dient, benachbarte Zellen mit einander in Verbindung zu setzen, und dass über und hinter einander gelagerte Zellen, wie der Querschnitt diess von nebeneinanderliegenden Zellen darthat, durch dieses Mittel in Communication treten: das lässt sich mit aller Sicherheit beobachten, und jedes gute, d. h. hinreichend dünne Längssegment liefert die Belege hierzu. Eben so kann man auf dem Längsschnitt, und noch besser als auf dem Querschnitt, den Uebergang von Zellenfortsätzen in die querlaufenden Wurzelfasern zu Gesicht bekommen, und zwar besser, in soforn die geneigte Richtung, in der dieselben die weisse Substanz durchsetzen, bei dieser Führung des Schnitts kein Hinderniss abgiebt, die Wurzelfaser auf der ganzen Länge ihres Verlaufs durch das Mark zu verfolgen. Indessen müssen wir bekennen, dass wir beim Menschen und den Säugethieren diesen Uebergang auch auf einem Längsschnitt nie so deutlich gesehen haben, als es Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. fig. 4) geglückt ist. Dennoch ist uns ein solcher Zusammenhang durchaus nicht zweifelhaft, da wir ihn bei Fischen mit aller Deutlichkeit beobachten konnten und bei Hühnerembryonen das gleiche Verhältniss sich mit aller Bestimmtheit darbietet. Immer haben wir nur einen Fortsatz einer Zelle zu den Wurzeln hintreten sehen.

Während die für die vordere Commissur bestimmten Zellenfortsätze auf einem Längsschnitt der vorliegenden Art begreiflicher Weise nicht zu Tage kommen können, lehrt uns der Längsschnitt, und nur dieser, jene vierte Art von Zellenfortsätzen kennen, auf die wir früher nur kurz verweisen konnten. Es wendet sich nämlich ein Zellenfortsatz in bogenförmig nach oben gerichtetem Verlauf zu den Längsfasern der weissen Substanz und setzt sich ununterbrochen in diese Fasern fort. Diess Verhältniss, das zu der Zeit als Schilling seine Dissertation schrieb, nur angedeutet werden konnte, weil nur ein Paar Male hierauf weisende Erfahrungen sich dargeboten hatten, und die Neuheit der Ansicht, zu der sie den Grund gaben, zu um so grösserer Vorsicht aufforderte, hat sich seitdem so vielfach constatiren lassen, dass wir jetzt um so weniger Bedenken tragen können, es mit Entschiedenheit hervorzuheben, als seitdem auch Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 37 u. 38 und fig. 6) dieselbe Beobachtung gemacht, und auch Gratiolet (a. a. O.) den Zusammenhang einer grossen Zahl von Nervenfasern der weissen Stränge, namentlich der vorderen und mittleren, mit den Nervenzellen mit der grössten Bestimmtheit gesehen haben will. Gewöhnlich sind es die der weissen Substanz zunächst liegenden Zellen, welche diese Art von Fortsätzen in deutlicher Weise entsenden; manchmal lassen sich dieselben aber auch von entfernter liegenden Zellen bis in die Längsfasern der weissen Substanz verfolgen; und es ist nicht unmöglich, dass alle Nervenzellen der grauen Masse solche für die Längsfasern der weissen Substanz bestimmte Fortsätze abgeben. Natürlich aber ist auch nicht einmal von den der weissen Substanz am nächsten liegenden Zellen ein solcher Fortsatz jedesmal nachweisbar, und eben so wenig ist von allen an die graue Substanz unmittelbar angrenzenden weissen Längsfasern dieser Uebergang in Zellen zu verfolgen; vielmehr hat der Schnitt die bei weitem grössere Zahl

solcher Verbindungen getrennt, so dass man wohl Zellenfortsätze die erwähnte Richtung einschlagen und Längsfasern die bemerkte Biegung gegen die graue Substanz machen sieht, aber nur in seltneren Fällen den Zusammenhang unversehrt erhalten findet. Wenn aber auch nur von einem Theil der weissen Längsfasern das Entspringen von tiefer unten gelegenen Nervenzellen feststeht, so darf bei dem gleichzeitig erfolgenden ersten Auftreten von Nervenzellen und weisser Substanz im unteren Theile des Rückenmarks, und bei der Zunahme der letzteren gegen das Gehirn hin, diess wohl von allen longitudinalen Fasern derselben angenommen werden. Man ist daher zu der Vorstellung berechtigt, dass der Mantel, den die weisse Substanz rings um die graue Masse bildet, dadurch entsteht, dass die Längsfasern derselben, aus den Nervenzellen des grauen Rückenmarkskerns hervortretend, sich äusserlich um den letzteren lagern, und dass diese am unteren Rückenmarksende noch dünne Schicht nach oben hin dadurch und zwar stetig an Dicke zunimmt, dass an ihre innere Seite immer neue aus der grauen Masse auftauchende Fasern sich anlegen. Diess ist jedoch nicht in aller Strenge so zu verstehen, als ob die nach aussen liegenden weissen Fasern vom unteren Ende des Rückenmarks beginnen, bis zum Gehirn ansteigen, also die längsten sind; während die inneren je weiter nach oben um so kürzer werden, indem sie, obgleich ebenfalls bis zum Gehirn reichend, doch erst später, d. h. höher oben im Rückenmark ihren Anfang nehmen. Im Allgemeinen mag diess allerdings so sich verhalten, aber im Einzelnen kommen hiervon gewiss viele Ausnahmen vor, denn man sieht deutlich, wie die von den Zellen ausgehenden Längsfasern keinesweges an der inneren Seite des von der weissen Substanz gebildeten Mantels bleiben, sondern mit den Fasern derselben unter sehr spitzen Winkeln sich kreuzend, gegen die mittleren Partien der weissen Stränge eindringen. Wie weit Letzteres geschieht, und ob solche Fasern nicht endlich gar bis zur äusseren Fläche der weissen Masse gelangen, das ist, obgleich für das verlängerte Mark ganz unleugbar, für das Rückenmark vor der Hand noch nicht ausgemacht.

Die Längsfasern der weissen Substanz haben also mit den Spinalnerven und deren Wurzeln wenigstens an den vorderen und seitlichen Rückenmarkssträngen, nichts zu schaffen, und wir müssen uns daher auch hier aufs Entschiedenste gegen den unmittelbaren Zusammenhang derselben erklären. Ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Faserarten findet allerdings Statt, aber — was das ganze Verhältniss wie anatomisch so auch physiologisch wesentlich ändert — an dem Orte jenes Zusammenhanges ist eine Nervenzelle eingebettet; oder mit anderen Worten: die Längsfasern der weissen Substanz entspringen eben so wie die für die Spinalnervenwurzeln bestimmten Querfasern von den Zellen. Die Längsfasern sind daher ein Verbindungsmittel der Rückenmarksnervenzellen mit dem Gehirn, eine Commissur, ein intermediäres Fasersystem zwischen diesen Theilen, und stellen ohne Zweifel die Bahnen dar, auf welchen Impulse, die vom Gehirn ausgehen, zum Rückenmark und weiter in die peripherischen Nerven geführt, oder umgekehrt Eindrücke, die zum Rückenmark gelangt waren, zum Gehirn hinaufbefördert werden. Von jeder Rückenmarksnerven-

zelle scheint übrigens nach Allem, was wir bisher haben sehen können, immer nur ein Fortsatz zur Herstellung dieser Verbindung mit dem Gehirn bestimmt zu sein.

Endlich sieht man in dieser Art von Längsschnitten von den Zellen der Vorderhörner, gegenüber der Abgangsstelle der vorderen Wurzelfasern noch einen Fortsatz, den fünften, ausgehen, der nach hinten zur Basis des vorderen Horns sich begiebt, über dessen ferneren Verlauf aber beim Menschen und den höheren Wirbelthieren durchaus nichts ermittelt werden konnte, da derselbe auch in solchen Präparaten, die im Uebrigen durchaus glücklich ausgefallen waren, in der grauen Substanz stets mit einem abgeschnittenen Ende aufhörte. Berücksichtigt man aber die bei Fischen gemachte Erfahrung, dass die Nervenzellen der grauen Substanz je einen Forsatz zur vorderen und hinteren Spinalnervenwurzel aussenden, so kann es kaum zweifelhaft sein, dass auch bei höher stehenden Geschöpfen dieser nach hinten gerichtete und mitunter über ziemlich lange Strecken zu verfolgende Fortsatz der in den Vorderhörnern gelegenen Zellen zu den hinteren Wurzeln in Beziehung stehe. Ob diese Beziehung eine directe sei, so dass ein solcher Fortsatz die ganze graue Substanz von den Vorderhörnern bis zur Spitze der Hinterhörner und zu den hinteren Nervenwurzeln durchsetze, oder ob nicht vielleicht nur die gegen die Basis des Vorderhorns gelegenen Zellen für die hinteren Wurzeln bestimmt, aber mit den Zellen in der Spitze des Horns, die entschieden die vorderen Wurzelfäden aussenden, durch Communicationsfäden verbunden seien, das sind wir zu entscheiden nicht im Stande, weil uns auch der Längsschnitt die empirischen Belege für die eine oder andere dieser Möglichkeiten nicht geboten hat.

Macht man andererseits einen Längsschnitt durch das Rückenmark nach der aus dem Querschnitt erkannten Längsachse des hinteren Horns, und der hiermit so ziemlich zusammenfallenden Richtung, in welcher die hinteren Spinalnervenwurzeln aus dem Rückenmark austreten, — so sieht man auch ein solches Segment einerseits von weisser, andererseits von grauer Substanz begrenzt. Jene, den sogenannten hinteren Rückenmarkssträngen angehörend und im Allgemeinen von geringerer Mächtigkeit als die entsprechende Umgebung des vorderen Horns, ja mitunter sogar völlig verschwindend, indem die Spitze des hinteren Horns ganz bis an die Oberfläche des Rückenmarks reicht, — besteht ebenfalls aus platten, bandartigen, dunkelrandigen Fibern, die der Längsaxe des Rückenmarks folgen, und theils gerade gestreckt verlaufen, theils eben so wie an den vorderen Strängen rechts und links ausweichen, um den für den Durchgang querer Fasern erforderlichen Raum zu gewähren. Denn auch hier werden die Längsfasern von einzelnen oder bündelweise verlaufenden Querfasern durchsetzt, die bald nur in kurzen aus den Interstitien der Längsfasern hervorragenden Fragmenten, bald in längeren durch die ganze Dicke der weissen Substanz hingehenden Faserzügen dem Auge entgegentreten. Auch diese Querfasern durchschneiden die longitudinalen Bündel nicht unter einem rechten Winkel, sondern sind mit ihrem äusseren Ende mehr oder weniger nach unten, resp. hinten geneigt, und gehen mit aller Deutlichkeit in die Bündel der hinteren Spinalnervenwurzeln über. Ihr inneres Ende tritt eben so deutlich in

die an die hinteren weissen Stränge stossende gelatinöse Substanz hinein, und nicht selten lassen sich Bündel der hinteren Wurzeln durch die ganze Dicke der weissen Substanz in continuirlichem Gange bis zur gelatinösen Substanz der Hinterhörner verfolgen.

Eine wichtige Frage jedoch, die hierbei entsteht, ist die, ob alle Fasern und Bündel auch der hinteren Wurzeln die weissen Längsbündel durchsetzen, um in die hinteren grauen Hörner einzutreten, oder ob nicht wenigstens ein Theil dieser Wurzelfasern in der weissen Substanz verbleibe. Gratiolet (a. o. a. O.) sagt in dieser Beziehung: on demontre sur des coupes longitudinales que les fibres élémentaires des raçines postérieures s'inflechissent et remontent dans les cordons postérieurs, qu'elles semblent constituer en grande partie; à cet egard j'ai vu absolument comme Mr. Hannover; fügt jedoch hinzu: mais on ne peut en induire qu'elles se prolongent dans toute l'etendue des cordons postérieurs. En effet de la face antérieure de ces cordons se detachent un grand nombre de fibres, qui se portent les unes vers la commissure grise, d'autre vers le ventricule de la moëlle épinière (Centralkanal), un plus grand nombre dans l'épaisseur de la substance spongieuse. — Dagegen sagt Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 42, fig. 7), dass es überzeugend sei, dass ein Theil der hinteren Nervenwurzeln direct in die hinteren longitudinalen Stränge übergehe, dass diese Umbiegung gerade unter der pia mater Statt finde und wohl nur deshalb von manchen Beobachtern übersehen sei, obgleich andere schon früher hierauf aufmerksam gemacht hätten. Und ein späteres Weitergehen dieser Fasern in das hintere Horn erwähnt van der Kolk nirgends, im Gegentheil wird bei der physiologischen Verwerthung der vorherangeführten anatomischen Erfahrungen nochmals (pag. 60) gesagt, dass die Gefühlswurzeln nach ihrem Eintritt ins Rückenmark sich theilen in »opklimmende« Bündel, die mit den longitudinalen Strängen nach oben gehen, und es wird daraus gefolgert, dass die hinteren Wurzeln zwei Arten von Fasern besitzen, die eine dem Gefühl (das sind aber die aufsteigenden), die andern der Reflexaction dienend, und dass sie eben deshalb dicker als die vorderen Wurzeln seien.

Einem so gewichtigen Ausspruche gegenüber mussten wir uns doppelt veranlasst sehen, diesen Umstand einer erneuerten sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Denn bei allen Untersuchungen, die bis dahin über die Verhältnisse der hinteren Wurzelfasern hierselbst angestellt worden waren, hatte sich uns niemals etwas gezeigt, was auf einen Uebergang derselben in die hinteren weissen Stränge bezogen werden konnte. Ebensowenig haben wir indessen auch gegenwärtig über derartige Vorkommnisse zu berichten. Obgleich wir oft genug Längsschnitte durchmustert haben, mit welchen Segmente der hinteren Wurzeln zusammenhiengen, und deren äusserer Rand von der unversehrten pia mater bekleidet war, so haben wir doch niemals einen Uebergang der Wurzelfasern weder in die zunächst unter dieser Hülle liegenden, noch in die tiefer in der weissen Masse befindlichen Längsfasern wahrnehmen können. Ich muss bemerken, dass wir, geleitet von dem Wunsche, die zu unserer nicht geringen Befriedigung bereits in mehreren wichtigen Punkten Statt findende

Uebereinstimmung zwischen Schroeder v. d. Kolk's Angaben und den hier gewonnenen Resultaten noch weiter auszudehnen, jede mit unseren früheren Erfahrungen nicht ganz stimmende Erscheinung besonders gern aufgenommen und zur Berichtigung der früher von hier ausgegangenen Aussprüche benutzt hätten. Aber es hat sich uns durchaus nichts der Art dargeboten, und wir müssen daher auch jetzt noch den Satz wiederholen, dass auch die hinteren Spinalnervenwurzeln mit den hinteren weissen Rückenmarkssträngen nichts weiter zu schaffen haben, als dass sie in etwas schiefer Richtung dieselben durchsetzen.

Die graue Substanz in solchem Längsschnitt durch das hintere Horn zeigt manche Abweichungen von den Verhältnissen, die dieselbe in dem vorderen Horn darbot. Zunächst an die innere Seite der weissen Substanz grenzt hier die durch ihr helles durchscheinendes Ansehn sich auszeichnende gelatinöse Schicht, die auf jedem Schnitt in ziemlich regelmässigen Intervallen von querlaufenden Faserbündeln durchsetzt wird, welche die Fortsetzung der die hinteren Longitudinalstränge quer durchziehenden hinteren Wurzelfasern sind, und von hier weiter in das hintere Horn eintreten. Ferner finden sich in dem hinteren Horn jene Längsfaserbündel von verschiedener Zahl und Stärke, die schon bei der Beschreibung des Querschnitts Erwähnung fanden, indem von ihnen die dunkeln inselförmigen Flecke herrührten, die die graue Substanz der Hinterhörner auszeichneten. Obgleich diese Bündel auf den ersten Blick nichts weiter zu sein scheinen, als durch reichlicher entwickelte graue Masse von den seitlichen oder hinteren Strängen der weissen Substanz gleichsam abgespaltene Massen, so lehrt die genauere Betrachtung doch, dass die Beschaffenheit und der Verlauf der hier enthaltenen Längsfasern von denen der übrigen weissen Substanz mehrfach abweicht. Es sind dieselben nämlich sichtlich schmäler als die übrigen longitudinalen Fasern, was auf der geringeren Breite der Markscheide zu beruhen scheint. Sie laufen ferner nicht, nachdem sie einmal aufgetreten sind, ununterbrochen zum Gehirn fort, sondern die Bündel sind, was auf dem Querschnitt sich am Deutlichsten zeigt, an verschiedenen Stellen des Rückenmarks auch von verschiedener Zahl und Stärke, was auf wechselnde Zahl der Faserelemente, also auf stellenweisen Austritt derselben hinweist. Diese letztere Vermuthung nun lässt sich auf dem Längsschnitt vollständig bestätigen. Man sieht nämlich auf einem solchen, dass die die gelatinöse Substanz der Hinterhörner quer durchziehenden Bündel der hinteren Wurzeln, in der gleichen Richtung von der Spitze des grauen Horns gegen die Mitte und Basis desselben weiter gehend, in diese Längsbündel eintreten, und zwar so, dass sie sowohl nach unten als nach oben sich wenden. Man sieht ferner, dass die Elemente benachbarter Bündel gegen einander ausgetauscht werden, indem die Fasern unter sehr spitzem Winkel von einem Bündel abgehen, um in gleicher Weise in ein anderes einzutreten. Endlich verlassen die Fasern einzeln die Bündel in der Richtung nach der Basis des hinteren Hornes, und es scheint manchmal durch den Austritt sämmtlicher Fasern ein solches Bündel selbst ganz einzugehen, während an seiner Stelle höher oben durch neu eintretende Wurzelfasern neue Längsbündel erscheinen. Die Fasern setzen sich also nicht wie

man von den Elementen der übrigen weissen Substanz anzunehmen allen Grund hat, wenn sie einmal in dieselbe eingetreten waren, auch ununterbrochen gegen das Gehirn hin fort, sondern man sieht sie diese Bündel verlassen und in horizontaler Richtung tiefer in die graue Substanz eindringen; aber über ihr endliches Schicksal hat sich, wie schon bemerkt werden musste, beim Menschen und den höheren Wirbelthieren nichts Bestimmtes ermitteln lassen. Dass das bei niederen Wirbelthieren nachgewiesene Verhältniss, bei welchem ein Zusammenhang der hinteren Wurzelfäden mit Nervenzellen der grauen Substanz, ja mit denselben Zellen, von denen auch die vorderen Wurzeln entspringen, auch bei höheren Geschöpfen Statt finde, darf vorläufig nur als wahrscheinlich bezeichnet werden. Denn wenn diese Längsbündel in den grauen Hinterhörnern einerseits mit den hinteren Wurzeln zusammenhängen, und andererseits ihre Fasern in die graue Substanz entsenden, in der letzteren aber nach allen bisherigen Erfahrungen die Nervenfasern keinen anderen Anfang oder kein anderes Ende haben, als dass sie in Nervenzellen übergehen, und da endlich solche Zellen in den hinteren Hörnern sich gar nicht finden — was der Längsschnitt so gut wie der Querschnitt lehrt — so bleibt nichts übrig als den Ursprung und die Endigung der fraglichen Fasern in den Zellen der Vorderhörner zu suchen. Hierbei bleibt fürs Erste unentschieden, ob überall aus einer und derselben Zelle vordere und hintere Wurzel hervorgehen, oder ob dieselben von verschiedenen aber durch Communicationsfäden in directer Verbindung stehenden Zellen entspringen.

Die Beziehungen der hinteren Spinalnervenwurzeln zu den Substanzen des Rückenmarks sind also im Allgemeinen schwieriger zu ermitteln als die der vorderen, und nur mit Wahrscheinlichkeit lässt sich folgender Gang für dieselben angeben. Sie entspringen von den Nervenzellen der Vorderhörner, vielleicht nur von denjenigen Zellen, welche mehr nach hinten in dem Horn und gegen die Stellen hin liegen, wo die Basen der vorderen und hinteren Hörner zusammenfliessen. Von hier gehen sie in horizontaler Richtung weiter nach hinten, treten in die Basis des Hinterhorns ein und senken sich in eine der aus Längsfasern bestehenden Säulen des grauen Hinterhorns ein, indem sie bald schon in die nächste Säule, die sie erreichen können, eintreten, bald an einer solchen vorbeigehen, unter rechtem Winkel sich mit ihr kreuzen und bis zu einer weiter nach hinten gelegenen Colonne vordringen. Bei dem Eintritt in letztere wenden sich diese Zellenfortsätze bald zum Gehirn, bald zum unteren Rückenmarksende hin und verschwinden zwischen den übrigen Elementen dieser Längsbündel. Dass sie aber in letzteren nicht bleiben können, ergiebt sich schon daraus, dass dieselben trotz der steten Aufnahme neuer Fasern an Dicke nicht zunehmen, sondern sich gleichbleiben, ja wohl gar bis zum Verschwinden dünner werden. Ihr Austritt aus den Bündeln braucht aber nicht blos erschlossen zu werden, man kann nicht selten die aus dem Vorderhorn in das Bündel eintretende Faser deutlich verfolgen, bis sie andererseits in die Querbündel der gelatinösen Schicht übergeht. Die Faser verbleibt also nur eine kurze Strecke in den Längsbündeln; manchmal ist diese Strecke so kurz, dass man bei 200mal

Linearvergrösserung Ein- und Austritt einer Faser zugleich überblicken kann; in andern Fällen muss das Object zu diesem Zwecke doch im Gesichtsfelde hin und her bewegt werden. Schliesslich durchsetzt dieselbe Faser in etwas nach abwärts geneigter Richtung die Längsbündel der weissen Hinterstränge, um in die hinteren Spinalnervenwurzeln einzutreten, die hiernach also ebenfalls nur aus den Nervenzellen der grauen Substanz ihren Ursprung nehmen.

Ich kann nicht umhin, hierbei darauf aufmerksam zu machen, dass diese Ansicht von dem Verlauf der hinteren Spinalnervenwurzeln, die im Wesentlichen schon im Jahre 1852 in Schilling's Dissertation vorgetragen wurde, und seitdem bei oft wiederholter Prüfung sich immer mehr befestigt hat, missverständlich aufgefasst worden ist. Kölliker (Geweblehre pag. 305 u. and.) führt nämlich wiederholentlich an, Schilling habe, übereinstimmend mit ihm, den Uebergang eines Theils der hinteren Wurzeln in die Längsfasern der »Hinterstränge« als wahrscheinlich dargestellt. Nur wenn es hiesse »Hinterhörner« würde diese Anführung richtig sein; der grosse Unterschied leuchtet aber von selbst ein. Die Hinterstränge als Theile der weissen Rückenmarkssubstanz bestehen aus Longitudinalfasern, die von den Zellen der grauen Masse entspringen[1]) und in ununterbrochenem Verlauf zum Gehirn fortgehen. Sie haben mit den Nervenwurzeln gar nichts zu schaffen und werden von denselben nur durchsetzt. Die Längsbündel in den grauen Hinterhörnern dagegen sind allerdings die Fortsetzungen der Wurzelfasern, reichen aber keinesweges bis zum Gehirn, sondern verlassen meistens schon nach kurzer Strecke diesen longitudinalen Weg, um wieder in die quere Richtung überzugehen und sich zu den Zellen der grauen Masse zu begeben. Ein ähnliches Missverständniss waltet auch bei Ludwig[2]) ob, wenn derselbe Schilling die Behaup-

---

1) Diese Auffassung bietet für die Hinterstränge allerdings noch mancherlei Schwierigkeiten dar. Wir können in den hinteren grauen Hörnern die Anwesenheit von Nervenzellen nicht anerkennen, haben also auch nicht wie in den Vorderhörnen den Uebergang von Zellenfortsätzen in weisse Längsfasern unmittelbar beobachten können. Soll daher der Ursprung auch der longitudinalen Fasern der Hinterstränge auf Nervenzellen zurückgeführt werden, so bleiben hierzu nur die Zellen der Vorderhörner übrig, und die für die Hinterstränge bestimmten Fortsätze derselben müssten entweder die ganze Dicke der grauen Masse von vorn nach hinten durchziehn, oder, obgleich zunächst in die weissen Vorderstränge eintretend, doch allmählich zwischen den Elementen derselben sich nach hinten winden, um zu den Hintersträngen zu gelangen. Für keinen dieser Wege liegen directe Erfahrungen vor, ja wir können den Zweifel daran nicht unterdrücken, dass die empirischen Beweise für diese Möglichkeiten sich jemals mit Sicherheit werden gewinnen lassen. Gerade dieser Umstand aber veranlasste uns, eine weitere Möglichkeit in Betreff des Ursprungs der fraglichen Längsfasern ins Auge zu fassen; und eben darum haben wir uns die ernstlichste Mühe gegeben, den Uebergang der hinteren Spinalnervenwurzeln in die hinteren Längsfaserstränge kennen zu lernen. Nachdem es uns aber durchaus nicht gelingen wollte, dieses Verhältniss zu constatiren, mussten wir zu der ersteren Ansicht zurückkehren. Wir halten dieselbe aber fest, nicht wegen der Schwierigkeit ihrer empirischen Begründung und der damit gebotenen Sicherheit vor factischer Widerlegung, sondern in der festen Ueberzeugung, dass es für die weissen Längsfasern, wenn sie als unmittelbare Fortsetzungen der Nervenwurzeln nicht angesehen werden können, nach Analogie anderer Rückenmarksfasern keine andere Quelle geben kann als die Nervenzellen der grauen Substanz.

2) [illegible]siologie, Bd. I. Heidelberg 1852, pag. 129.

tung zuschreibt: die hinteren Wurzeln biegen alsbald in den hinteren Hörnern aufwärts, »um wahrscheinlich ohne Aufenthalt zum Gehirn zu laufen«. Diess am allerwenigsen ist damals behauptet; im Gegentheil heisst es bei Schilling pag. 31 und 32: nunquam nobis contigit ut imaginem a Kölliker propositam efficeremus, und die fig. I der zweiten Tafel, so mangelhaft sie in künstlerischer Beziehung auch sein mag, ist mit der ausschliesslich ansteigenden Richtung jener in die Hinterhörner eintretenden Wurzelfasern ganz unvereinbar. — Ich muss daher wiederholen, dass nach Allem, was ich bisher sehen konnte und erschliessen darf, keine Spinalnervenwurzel in toto und auch kein Theil derselben direct zum Gehirn geht, sondern dass alle Wurzelfasern von den Zellen der grauen Masse herkommen, und nur durch die ebenfalls von diesen Zellen entspringenden und die weisse Rückenmarkssubstanz zusammensetzenden Fasern mit dem Gehirn in Verbindung gesetzt werden.

b. Längsschnitt durch die vorderen Hörner beider Seiten und die dieselben verbindende vordere Commissur.

Da ein durch die vordere Commissur geführter Querschnitt zeigte, dass die grosse Mehrzahl ihrer Fasern nicht einfach quer von einer Seite zur andern geht, sondern zugleich schräge von vorn nach hinten gerichtet ist, so zwar, dass letztere Richtung von den mehr vorn gelegnen um so entschiedener eingehalten wird, während nach hinten hin die quere Richtung immer deutlicher ansgeprägt sich zeigt, so kann man nur bei einem Längsschnitt, der diese letzteren Fasern trifft, erwarten, dieselben wenigstens in dem grösseren Theile ihres Verlaufes zur Anschauung zu bringen. Längsschnitte durch den vorderen Theil der Commissur können bei dem eigenthümlich geschwungenen Verlauf ihrer Fasern immer nur kurze Strecken derselben zur Anschauung bringen; aber auch solche Schnitte, namentlich wenn sie mit den in die weissen Vorderstränge eintretenden Theil der Commissurenfasern coincidiren, können sehr lehrreich sein, indem sie über das Verhältniss der Commissurenfasern zu den Elementen der weissen Substanz Aufschluss bringen. Es werden also in beiden Richtungen geführte Längsschnitte Berücksichtigung finden müssen.

Ein durch die vordere Commissur geführter Längsschnitt muss auch jene longitudinalen Bündel treffen, die schon oben bei Erläuterung des Querschnitts als inselförmige dunkle Flecke aufgeführt wurden, welche aber durch die Commissur, und die deren Fasern beherbergende graue Masse, von den hinteren Spitzen der weissen Vorderstränge abgespalten und in die graue Masse gleichsam hineingesprengt werden. Auf dem Längsschnitte bekommt man also diese zarten Bündel nach der Richtung der sie bildenden Fasern zu sehen, beiderseits nach aussen von ihrer grauen Substanz des Vorderhorns mit mehr oder weniger zahlreichen Zellen, und zwischen ihnen endlich die Commissur selbst. Dass letztere aus Querfasern besteht, die über jene Längscollonnen hinaus und dieselben unter rechtem Winkel kreuzend, ziemlich weit in die graue Substanz hineinragen, das lehrt die Betrachtung eines solchen

Segments oder des Rückenmarks selbst, nachdem durch einen passenden Schnitt die bezügliche Partie dem Auge zugänglich gemacht ist. Das Mikroskop bestätigt diess vollkommen. Jene beiden zarten longitudinalen Stränge bestehen nämlich aus Fasern, die theils ziemlich parallel neben einander liegen, theils mannichfach jedoch immer unter sehr spitzen Winkeln sich unter einanter verflechten. Vielfach wenden sich jedoch diese longitudinalen Fasern auch gegen die anstossende graue Masse, in ähnlicher Weise, wie diess von den Längsfasern der weissen Vorderstränge schon oben erwähnt wurde, mit dem Unterschiede jedoch, dass, während an den übrigen Theilen der Vorderstränge die Richtung dieser Neigung immer die ist, dass die Fasern aus der grauen Masse hervorkommend schliesslich gegen das Gehirn weiter gehen, hier vielmehr absteigende Fasern eben so wohl als aufsteigende aus der grauen Masse in die Bündel einzutreten scheinen. Obgleich ich von keiner solchen aus der grauen Masse hervorgehenden und für diese Längsbündel bestimmten Faser den Zusammenhang mit einer Nervenzelle direct beobachten konnte, die Fasern vielmehr immer ein abgeschnittenes Ende darboten, so scheint mir doch nach Gründen der Analogie ein solcher Ursprung auch hier angenommen werden zu müssen. Da aber trotz dieser steten Zuwüchse die erwähnten Bündel doch durch die ganze Länge des Rückenmarks ziemlich die gleiche Stärke behalten, so können die hinzutretenden Fasern nicht in den Strängen bleiben. Es zeigt sich nun auch nicht selten wirklich, dass eine Faser eines solchen Längsbündels dasselbe verlässt, den Zwischenraum zwischen den beiden Bündeln in mehr oder weniger schräger Richtung durchsetzt und sich dem anderen Bündel anschliesst, ohne Zweifel um aus demselben wieder herauszutreten und in die graue Masse der anderen Rückenmarkshälfte überzugehen. Denn die gegen die graue Substanz sich neigenden Fasern dieser Längsbündel zeigen eine ansteigende wie absteigende Richtung, und man kann die Fasern im ersteren Fall eintretende, im letzteren austretende nennen. Es würden demnach die fraglichen Längsbündel, obgleich der weissen Substanz angehörend, doch von den übrigen Theilen derselben dadurch wesentlich verschieden sein, dass sie nicht dazu bestimmt sind, zum Gehirn anzusteigen, sondern nur den Commissurenfasern angehören, durch welche die beiden Seitenhälften des Rückenmarks, namentlich die in den beiden grauen Vorderhörnern gelegenen Zellen mit einander in Verbindung gesetzt werden.

Ausser dieser auf einem Umwege zu Stande kommenden Verbindung der beiden Rükkenmarkshälften giebt es auch eine directere. Führt man nämlich den in Rede stehenden Längsschnitt mehr durch die hinteren Partieen der Commissur, so zeigt sich der Zwischenraum zwischen den Längsbündeln von Nervenfasern eingenommen, die sich mit jenen unter rechten oder schiefen Winkeln kreuzen, und über dieselben hinausgehend, in gestrecktem Verlaufe von der grauen Substanz einer Seite zur andern hinübergehen. Die vordere Commissur ist also nicht blos auf dem Querschnitt, sondern auch auf den Längsschnitt eine gekreuzte, d. h. die die Rückenmarkshälften verbindenden Nervenfasern gehen nicht allein in der Richtu[illegible]rn nach hinten, sondern auch von oben nach unten schräg von einer

Seite zur andern hinüber, und die die hinterste Spitze der weissen Vorderstränge bildenden Bündel scheinen ganz die letztere Bedeutung zu haben und werden daher von Gratiolet (a. a. O.) ganz passend, obgleich nicht aus dem hier angegebenen Grunde cordons longitudinaux de la commissure genannt. — Gelegentlich mag hier noch bemerkt werden, dass, wenn man diese Art von Längsschnitten noch weiter nach vorn, vor der vorderen Commissur führt, man den Zwischenraum zwischen den weissen Vordersträngen von einer Bindegewebsmasse eingenommen findet, in der in ziemlich regelmässigen Abständen lumina querdurchschnittener Gefässe auftreten, die nicht gerade in der Mitte liegen, sondern meistens alternirend dem einen oder andern angrenzenden weissen Strange näher rücken. Diese Masse gehört der in die vordere Rückenmarksspalte eindringenden pia mater an und enthält die aus der arteria spinalis anterior herstammenden Queräste, die zum Eintritt in die Rükkenmarkssubstanz bestimmt sind.

Diese auf dem Längsschnitt sich darbietende Beschaffenheit der vorderen Commissur ist nicht bei allen Geschöpfen gleich gut zur Anschauung zu bringen. Es versteht sich von selbst, dass da, wo die Rückenmarkshälften selbst unbedeutender sind, also die Masse dessen, was verbunden werden soll, geringer ist, auch die Mittel der Verbindung mehr zurücktreten, und dass in demselben Maasse die Schwierigkeit wächst, die spärlichen Verbindungselemente in einem Längsschnitt in geeigneter Weise darzulegen. Es kommt dazu, dass die Stärke dieser Commissur sich nicht allein nach der Stärke des ganzen Rückenmarks richtet, sondern auch von der mehr oder weniger innigen physiologischen Verbindung abhängig scheint, in der die verschiedenen Theile und Provinzen des Nervensystems unter einander stehen. In dem Rückenmark der Fische und Amphibien ist, wie der Querschnitt lehrte, die Menge dieser Commissurenfasern sehr gering, und wir gestehen, dieselben auf einem Längsschnitt aus dem Rückenmark dieser Thiere niemals mit hinreichender Schärfe gesehen zu haben. In dem Rückenmark der Vögel von der Grösse eines Haushuhns oder einer Krähe ist, trotz der nur mässigen Stärke des Organs, die Zahl der Commissurenfasern recht bedeutend. Weil dieselben aber sehr stark nach vorn zwischen die weissen Längsbündel vorspringen, d. h. in sehr schräger Richtung von vorn nach hinten zur anderen Seite hinübergehen, so sind nur die hintersten Faserlagen zu solchen Segmenten geeignet. Am besten sind uns Längsschnitte durch die vordere Commissur am Rückenmark von Säugethieren mittlerer Grösse, namentlich in der Gegend der Anschwellungen, geglückt; hier können bei einiger Ausdauer Schnitte erlangt werden, die wenig zu wünschen übrig lassen.

Zu unerfüllten Wünschen dieser Art gehört nun auch der, leicht und jedes Mal auch auf dem Längsschnitt den Zusammenhang dieser Commissurenfasern mit den Nervenzellen der grauen Substanz nachweisen zu können. Allerdings hat sich dieser Zusammenhang einige Mal mit aller Sicherheit beobachten lassen, aber diess sind doch so seltene Fälle, dass wir es sehr wohl begreiflich finden, dass man, wenn die Zahl der untersuchten Präparate nicht ausserordentlich gehäuft wird, an solchem Zusammenhang zweifelt. Ind

wenn wir diese Verbindung bei höher stehenden Geschöpfen nie direct beobachtet hätten, würden wir doch nicht anstehen, sie auch hier zu statuiren, weil sie bei niederen Wirbelthieren wenigstens auf dem Querschnitt sich oft und mit aller Deutlichkeit dargeboten hat. Denn diess ist auch eins derjenigen Verhältnisse, wo wir das Recht der Analogie mit aller Entschiedenheit in Anspruch nehmen. Wir bekennen, dass wir es für unvereinbar mit allen bisher wohl erkannten Organisationsgesetzen halten müssten, wenn man den bei einer Wirbelthierclasse entschieden dargethanen Zusammenhang dieser Commissurenfasern mit Nervenzellen nicht für alle Classen gelten lassen wollte, wenn man den bis dahin nicht gelungenen Nachweis eines solchen Zusammenhanges bei einer Thierclasse für eine »Thatsache« ansähe, die diesen Zusammenhang für diese Geschöpfe widerlege. Unter solchen Umständen ist es uns denn sehr erfreulich zu finden, dass auch Schroeder v. d. Kolk (a. a. O. pag. 49) nicht allein für wahrscheinlich hält, dass die vordere Commissur den Verband zwischen den Bewegungen der rechten und linken Seite herstellt, sondern auch neben dem ihm wahrscheinlich dünkenden Uebergang dieser gekreuzten Commissurenfasern in longitudinale Fasern der andern Seite (Gratiolet's cordons longitudinaux de la commissure) ihren Zusammenhang mit einer besonderen Gruppe von Ganglienzellen behauptet.

Wir haben endlich die Schnitte durch die vordere Commissur auch in der Richtung gemacht, die dem Eintritt der Commissurenfasern in die vorderen weissen Längsstränge entspricht. Es lag dabei die Absicht zu Grunde, über den so vielfach behaupteten Uebergang dieser Kreuzungsfasern in die longitudinalen Fasern der Vorderstränge auch auf diesem Wege ein Urtheil zu gewinnen. Zwar hatten wir schon bei Untersuchung von Querschnitten die Ueberzeugung gewonnen, dass mindestens ein Theil dieser Commissurenfasern durch die Vorderstränge hindurch in die grauen Vorderhörner übergeht. Indessen von einem andern und zwar dem grösseren Theil war dieser Durchgang nicht nachgewiesen, und es schien derselbe vielmehr in dieser Partie der weissen Substanz sich zu »verlieren«. Der Querschnitt lieferte wenigstens keinen directen Beweis gegen ein Umbiegen in jene weissen Längsfasern, wenngleich aus Gründen der Analogie bei der sonstigen Uebereinstimmung aller dieser Commissurenfasern der für einige derselben entschieden nachgewiesene Verlauf für alle präsumirt werden durfte. Es war nun aber zu erwarten, dass, wenn ein solches Umbiegen aus der Querrichtung in die longitudinale wirklich Statt findet, die wiederholte Untersuchung von Längsschnitten dieses Verhältniss zur Anschauung bringen müsse. Niemals ist es uns jedoch bei der sorgfältigsten Durchmusterung im Uebrigen ganz tadelloser Präparate geglückt, auch nur eine Andeutung solcher Umbiegung, geschweige denn ein vollkommen klares und überzeugendes Bild derselben zu gewinnen, und wir müssen daher auch den schon vorhin gethanen Ausspruch wiederholen, dass ein Zusammenhang der queren und gekreuzten Fasern der vorderen Commissur mit den Längsfasern der weissen Substanz [illegible] findet, dass diese Querfasern alle den Namen Commissurenfasern [illegible] indem sie aus dem grauen Vorderhorn der einen Seite zur andern

hinübergehen und die hier gelegenen Nervenzellen beider Rückenmarkshälften mit einander in Verbindung setzen.

Längsschnitte, die in anderen Richtungen als den bisher erwähnten geführt werden, liefern kaum einen weiteren Aufschluss über die Lagerungsverhältnisse der Rückenmarkselemente. In den Seitensträngen bieten sich nur longitudinal verlaufende und parallel neben einander liegende Nervenfasern dar; Querfasern sind hier nicht anzutreffen, wie denn auch schon oben das sogenannte radiäre Fasersystem von den Nervenelementen des Rückenmarks ausgeschlossen wurde. Allerdings finden sich auch sparsamere oder reichlichere Septa, die theils von der grauen Masse, theils von der pia mater aus sich zwischen die Nervenfasern hinziehn, aber ich habe in der Bindesubstanz derselben die Anwesenheit von Nervenfasern nicht nachweisen können. Die Septa bilden nur Bahnen für Blutgefässe, die theils von dem gefässhaltigen Rückenmarkskern, theils von der blutreichen Rückenmarkshülle ausgehen, und der weissen Substanz das zu ihrer Ernährung nöthige Material zuführen. — Ueber den Ursprung der longitudinalen Fasern der Seitenstränge hat sich ein bestimmter Aufschluss nicht gewinnen lassen. Dass sie von den Wurzelfasern nicht abzuleiten sind, ist schon oben bemerkt worden und es kann hinzugefügt werden, dass wir auch an Längsschnitten aus dieser Gegend ein Umbiegen und Uebergehen dieser beiden Faserarten in einander niemals zu erkennen vermochten. Es bleibt daher wohl nichts Anderes übrig, als auch diese Fasern aus derselben Quelle herzuleiten und ihnen einen ähnlichen Gang zuzuschreiben, wie er vorhin für die Elemente der Hinterstränge angegeben wurde

Ein Longitudinalschnitt, der den Centralkanal trifft, ist nur in sofern instructiv, als er mitunter das Epithelium desselben nicht blos von der Seite, sondern auch von der Basis der Cylinder aus zu überblicken gestattet. Es bietet sich dann dasselbe pflasterförmige oder mosaikartige Bild dar, welches dem Cylinderepithelium auch an andern Körperstellen eigen ist, wenn man die Elemente desselben von der freien Fläche her betrachtet, ihnen gleichsam auf den Kopf sieht. Andeutungen von Flimmercilien haben sich auch auf diesem Untersuchungswege gezeigt. Im Uebrigen lehrt auch der Längsschnitt, dass die nächste Umgebung des Centralkanals und der Boden, auf welchem sein Epithelium aufsitzt, nur gefässreiches Bindegewebe ist, in welchem sowohl longitudinale als querlaufende Falten- und Faserzüge auftreten, denen ein besonderes Gewicht beizumessen und sie darnach mit besonderen Namen zu unterscheiden, wir keinen Grund sehen, und die von zahlreichen Bindegewebskörpern durchsähet sind, deren Ausläufer zum Theil selbst in die Spitzen der Epithelialcylinder sich fortsetzen. — Eben so bringt ein hinter den Centralkanal fallender Längsschnitt, in der als hintere Commissur bezeichneten Gegend, nichts als Bindegewebe zur Anschauung und bekräftigt somit den schon früher gethanen Ausspruch, dass diese Commissur durchaus keine Nervenelemente beherbergt und daher zur physiologischen Verknüpfung der beiden Rückenmarkshälften auch nichts beitragen kann.

VI. Kapitel.

Ergebnisse aus den vorstehenden Untersuchungen.

Obgleich bei der Darlegung der über die Rückenmarkstextur hierselbst angestellten Untersuchungen, die Resultate, zu denen dieselbelben geführt haben, bei der Berücksichtigung der einzelnen Punkte bereits Erwähnung fanden, so wird es doch nicht unpassend sein, dieselben zu einem Gesammtbilde zusammenzufassen. Gegen die Bezeichnung desselben als »Bruchstücke« finde ich von vorn herein durchaus nichts einzuwenden, da die mehrfachen Lücken in jenem Bilde mir keinesweges entgehen, ich vielmehr der Ueberzeugung bin, dass unsere Einsicht in den Bau des Rückenmarks noch lange eine fragmentarische bleiben wird, und eine Vorstellung über den Bau dieses Organes, die Alles und Jedes bestimmt, und an der Harmonie zwischen anatomischer und physiologischer Einsicht kaum etwas zu bessern übrig lässt, mir im Voraus zu grossen Bedenken Veranlassung giebt. Wenn ich indessen eine alle anatomische und physiologischen Schwierigkeiten, die das Rückenmark darbietet, vollkommen lösende Darstellung desselben zu geben durchaus nicht vermag oder beabsichtige, so glaube ich doch dargethan zu haben, dass ein grosser Theil dieser Schwierigkeiten in Wirklichkeit gar nicht besteht, dass die feinere Organisation des Rückenmarks ungleich einfacher ist als man bisher geglaubt hat, und dass dieses Organ ganz besonders geeignet ist, als Beleg dafür angeführt zu werden, dass in der organischen Welt scheinbar sehr complicirte Wirkungen von höchst einfachen Bedingungen abhängen können. Ich kann aber auch die Ueberzeugung nicht verhehlen, dass selbst diese Complication der Wirkungen grossentheils eine scheinbare ist, und dass gerade die fortschreitende Einsicht in die Textur des Rückenmarks einfache Principien da kennen lehren wird, wo die äussere Mannichfaltigkeit der Lebenserscheinungen eine jedem Gesetz und aller Ordnung widerstreitende Verwickelung vermuthen lässt. — Die Vorstellung aber über die Elementarorganisation des Rückenmarks, zu der wir dem Obigen gemäss uns für berechtigt halten, lässt sich etwa in folgende Punkte zusammenfassen.

1. Den Kern des Rückenmarks bildet die graue Substanz, ein aus Bindegewebe auf verschiedenen Stufen der Entwickelung (gelatinöse, gallertartige Masse, längs- und querlaufende Fasern, Bindegewebszellen, hyaline oder gekörnte, gefaserte oder gefaltete Intercellularsubstanz) und zahlreichen Gefässen zusammengesetztes Lager für die physiologisch-wichtigsten Theile des Nervensystems, die Nervenzellen. Mit Rücksicht auf diese in die graue Substanz eingebetteten Zellen, die im Rückenmark wie in anderen Nervencentren die Punkte bezeichnen, von denen alle Nervenwirkungen ausgehen oder bestimmt und regulirt werden, lässt sich die graue Masse mit Keuffel und Nicolai (a. o. a. O. pag. 182) allerdings als die höchste aller thierischen Bildungen bezeichnen.

2. Diese Grundmasse bildet durch die ganze Länge des Rückenmarks bis zum äusserminale ein zusammenhängendes Ganze von wechselnder Dicke und

Breite, jedoch mit steter Beibehaltung gewisser Eigenthümlichkeiten der äusseren Gestalt, so dass sich dieselbe mit einer canellirten Säule vergleichen lässt, an welcher ausser kleineren unbeständigen Leisten vier constante längslaufende Hervorwölbungen Lenhossek's Colonnen) auftreten, von denen zwei nach vorne und zwei andere nach hinten gerichtet sind, die sogenannten vorderen und hinteren Hörner der grauen Substanz.

3. In der verengten Mitte dieses grauen Kernstranges verläuft durch die ganze Länge desselben ein Kanal (Centralkanal des Rückenmarks), der in der Spitze des filum terminale mit einem blinden Ende beginnt, in den sinus rhomboideus des verlängerten Mark sich öffnet, bei wechselnder Gestalt und Weite ringsum von einem mit Flimmercilien versehenen Cylinderepithel ausgekleidet ist und von einer wasserhellen oder gelblichen, klaren, eiweisshaltigen Flüssigkeit (liquor cerebro-spinalis) erfüllt ist.

4. Die in die graue Substanz eingebetteten Nervenzellen, welche in den vorderen Hörnern vorzugsweise sich finden, und höchstens nahe der Basis der hinteren Hörnen, nie aber in diesen selbst auftreten, gehören zur Classe der multipolaren Nervenzellen, an denen jedoch nie mehr als fünf und für gewöhnlich nur drei oder vier nach verschiedenen Seiten auslaufende Fortsätze sichtbar werden.

5. Für die Nervenzellen und deren Fortsätze scheiden sich aus der sie umgebenden Bindegewebsmasse, die den grauen Rückenmarkskern bildet, nicht besondere Hüllen ab, sondern sie liegen völlig frei in dieser Grundsubstanz, welche durch die zu jenem Zwecke auftretenden Lücken und Hohlräume in der That eine schwammartige Beschaffenheit erhält.

6. Die Nervenzellenfortsätze dienen theils dazu, die Zellen einer und derselben Rükkenmarkshälfte mit einander zu verbinden, so dass es keine Zelle der grauen Substanz zu geben scheint, die nicht mit näheren oder entfernteren Nachbarn in Zusammenhang stände, theils setzen sie die Zellen beider Rückenmarkshälften in Verbindung und die hierzu bestimmten Zellenausläufer bilden die nervigen Elemente der vorderen oder gekreuzten Commissur, theils endlich gehen sie in die Fasern der weissen Rückenmarkssubstanz über.

7. In der weissen Substanz, welche mit wenigen Ausnahmen die äusseren Partieen des Rückenmarks bildet, gleichsam einen Mantel für den grauen Kern desselben abgiebt, findet sich ebenfalls eine bindegewebige Grundlage, die mit der grauen Substanz einerseits, mit der pia mater andererseits continuirlich zusammenhängt und von grossen Lücken durchbrochen ist, so dass ein Netzwerk entsteht, in dessen Maschen die Nervenfasern, aus Axencylinder und Markscheide zusammengesetzt, aber auch hier noch einer besonderen Begrenzungshaut ermangelnd, eingebettet liegen.

8. Die Nervenfasern der weissen Rückenmarkssubstanz haben theils einen longitudinalen, theils einen transversalen Verlauf.

9. Die longitudinalen Fasern entspringen durch die ganze Länge des Rückenmarks von den Zellen der grauen Substanz, stehen also zu der Zahl der in letztere eingebetteten Zellen in geradem Verhältniss; für die vorderen Stränge ist dieser Ursprung unmittelbar nac

wiesen, für die mittleren und hinteren Stränge darf er in Ermangelung anderer Ursprungsstellen und bei dem gleichzeitigen Auftreten von Längsfasern und Nervenzellen im unteren Rückenmarksende mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden; es begeben sich diese Längsfasern in ununterbrochenem Laufe zum Gehirn, stellen also die Verbindung zwischen den Nervenzellen des Rückenmarks und Gehirns her; ihre Menge und damit die Mächtigkeit der weissen Substanz nimmt demgemäss gegen das Gehirn hin stetig zu, während die Länge der neu hinzutretenden Fasern von unten nach oben hin immer geringer wird und die kürzesten Fasern zugleich neben den längsten im oberen Theil des Markes sich vorfinden; ihr Verlauf ist in den mittleren Strängen ziemlich regelmässig parallel, in den vorderen und hinteren Strängen wegen der in querer Richtung zwischen ihnen durchsetzenden Fasern ein mehrfach gewundener und durchschlungener.

10. Die Querfasern der weissen Substanz gehören ausschliesslich den Nervenwurzeln an; sie finden sich nur in den vorderen und hinteren Rückenmarkssträngen, nicht in den mittleren Bündeln, mit Ausnahme des Halsmarkes, welches die Ursprünge des Nervus accessorius entsendet; ihr Ursprung von den Zellen der grauen Masse ist für die vorderen Wurzeln auch bei den höheren Thieren und dem Menschen direct nachgewiesen, für die hinteren Wurzeln nur wahrscheinlich nach Analogie der niederen Wirbelthiere; beide Reihen von Querfasern durchsetzen die Längsbündel in von innen nach aussen etwas absteigender Richtung; die vorderen Wurzeln begeben sich direct zu den Zellen der Vorderhörner, die hinteren haben einen complicirteren Verlauf, indem sie für eine kurze Strecke in die Längsfaserbündel eintreten, die in den hinteren grauen Hörnern liegen, und erst von hier aus zu den Zellen des Vorderhornes hinzutreten scheinen.

11. In der sogenannten hinteren Commissur des Rückenmarks sind gar keine Nervenelemente enthalten; sie besteht nur aus Bindegewebe in der Form der grauen und an manchen Stellen zum Theil auch der gelatinösen Substanz.

12. Die Hals- und Lendenanschwellung des Rückenmarks beruht auf gleichzeitiger Massenzunahme der grauen und weissen Substanz; jene nimmt zu, um einer grösseren Menge von Zellen Platz darzubieten; hiermit wächst aber zugleich die Zahl der von letzteren entspringenden und zum Austritt in die Nervenwurzeln bestimmten Querfasern der weissen Substanz, so wie der ebenfalls von jenen Zellen herkommenden und zur Verbindung mit dem Gehirn bestimmten Längsfasern derselben.

13. Das filum terminale enthält keine Nervenelemente; nur die bindegewebige Grundlage des Rückenmarks ist hier übrig geblieben und zwar ganz in derselben Anordnung ihrer Elemente, die sie in der weissen und grauen Substanz als ein zur Aufnahme der Nervenelemente bestimmtes Lager darbietet, den Centralkanal und dessen Epithelium mit einbegriffen.

Diese Ergebnisse unserer histologischen Untersuchungen durch physiologische Erfah- zu bekräftigen, aus der grossen Zahl der über die lebendigen Leistungen des Rücken-

marks angestellten Beobachtungen und Experimente diejenigen hervorzuheben, die mit der obigen anatomischen Darstellung zusammenstimmen und sie zu unterstützen vermögen oder durch sie verständlich werden: davon wollen wir uns, so gross die Aufforderung hierzu auch immer sein mag, doch für jetzt noch fern halten. Es ist schon oben erwähnt worden, dass die physiologischen Thatsachen in diesem Gebiete nur allzuhäufig so beschaffen sind, dass sie den gegründetsten Einwendungen unterliegen, und dass die auf dieselben basirten Vorstellungen eben daher eine Dehnbarkeit und Fügsamkeit besitzen, die sie fähig und bereit macht, mit jedweder anatomischen Grundlage sofort eine Vereinbarung und ein Abkommen zu schliessen. Wir haben hiernach die Ueberzeugung, dass die Anatomie ihren Weg, auch wenn ihr derselbe ursprünglich von der Physiologie angedeutet wurde, unbekümmert um letztere fortzusetzen hat, und dass sie sich daran, dass ihre Ergebnisse mit den eben geltenden physiologischen Vorstellungen zusammenstimmen, oder sich von denselben entfernen, weder gehoben noch gedrückt fühlen soll. Früher oder später kommt sicherlich die Zeit, wo die Harmonie zwischen diesen beiden Seiten der Forschung im Gebiete des lebendigen Geschehens sich bleibend wird fixiren lassen. Für den Augenblick aber bleibt der Anatomie im Allgemeinen und der Texturlehre des Rückenmarks im Besonderen noch so viel zu thun übrig, dass auch ihrerseits auf jene Harmonie noch verzichtet werden muss. Nur auf e i n e weniger praejudicirliche Erfahrung erlauben wir uns hier hinzuweisen, auf den Umstand nämlich, den auch Ludwig (Physiologie Bd. I, pag. 133) hervorhebt, dass die nächste Umgebung des Centralkanals, obgleich sie die kleinste Art von Ganglienzellen und Nervenröhren enthalte, doch bei Einwirkung gewöhnlicher Erreger gar keine sichtbaren Erregungserscheinungen veranlasse; denn diess stimmt mit der oben ausgesprochenen Ueberzeugung überein, dass an jener Stelle gar keine Nervenelemente enthalten sind, und dass die als solche angesehenen Formbestandtheile nur dem Bindegewebe und seinen Descendenzen angehören.

Eben so wenig wollen wir hier darauf eingehen, die über die wesentliche Grundlage der grauen Rückenmarkssubstanz gewonnene Ueberzeugung auf die graue Substanz des Gehirns zu übertragen. Denn obwohl wir bei gelegentlicher Berücksichtigung der letzteren nicht auf Verhältnisse gestossen sind, die dieser Uebertragung hindernd in den Weg treten, so halten wir doch auch diese weitere Ausdehnung der hier behandelten Frage für zu wichtig, als dass wir ohne besondere und eingehende Prüfung derselben, über sie abzuurtheilen wagen dürften. Indem wir diess späteren Arbeiten vorbehalten, wollen wir hier nur erwähnen, dass die bekannten Erfahrungen über beträchtliche Verluste grauer Hirnsubstanz, ohne erhebliche Beeinträchtigung der von jenem Centrum ausgehenden Actionen, so wie der Nachweis einer raschen Regeneration und Hypertrophie der grauen Hirnsubstanz mit der Bindegewebsnatur derselben eher in Einklang zu bringen sind, als mit ihrer vermeintlichen wesentlich nervigen, also zur höchsten Stufe organischer Elementarentwickelung gediehenen Beschaffenheit.

Dagegen werden die nachfolgenden Untersuchungen über die erste Genesis der Nervenelemente des Rückenmarks, so fragmentarisch sie auch aus dem oben bereits erwähnten Grunde bisher haben bleiben müssen, hier doch um so mehr an ihrer Stelle sein, als sie für die bei Untersuchung des ausgebildeten Rückenmarks gewonnenen Ergebnisse eine über Erwarten erwünschte Bestätigung liefern.

Zweiter Abschnitt.

Ueber die Entwickelung der Formelemente des Rückenmarks.

Vorbemerkungen.

Veranlasst wurden die folgenden Untersuchungen zunächst durch die Erwartung, auf embryologischem Gebiete den Schlüssel zur Lösung mancher der streitigen Fragen aus der Histologie des entwickelten Rückenmarks zu finden, eine Erwartung, der die Voraussetzung zu Grunde lag, in frühen Stadien schrittweise der allmählichen Complication dieser Verhältnisse folgen, und namentlich bei praesumirter zurückstehender Ausbildung des Bindegewebes einen weniger getrübten Einblick in den Zusammenhang der Nervenelemente zu gewinnen. In wie weit diese Erwartung bestätigt worden, müssen die Resultate lehren. Hier möchte aber eine nochmalige kurze Rechtfertigung dessen am Orte sein, dass das gesammelte Material in dem vorliegenden Umfange bereits der Oeffentlichkeit übergeben wird. Die Arbeit erhebt durchaus nicht den Anspruch, den behandelten Gegenstand zu einem befriedigenden Schlusse geführt zu haben; Lückenhaftigkeit im Einzelnen und zu enge Beschränkung des Gebietes, aus dem die hier niedergelegten Thatsachen geschöpft sind, nehmen ihr alles Recht dazu. Es ist nur je eine Species aus den beiden obersten Wirbelthierclassen in Untersuchung genommen und auch an diesen kaum die erste Hälfte der Entwickelungsdauer berücksichtigt worden. Wenn somit bei dem mangelnden Abschluss in der Ausführung ihre gesonderte Veröffentlichung ganz unstatthaft gewesen wäre, so darf vielleicht in dem nicht länger zu verzögernden Erscheinen des ersten Abschnitts, wie die Veranlassung, so auch die Rechtfertigung der frühzeitigen Publication gesucht werden, indem sie nur als ergänzender Anhang an erstere sich anzulehnen bestimmt ist. Die Hauptzüge der in derselben gegebenen Darstellung des erwähnten Entwickelungsvorganges sind so wesent-

bei fortgesetzten Arbeiten in anderen Regionen des Wirbelthierreiches nur eine

Bestätigung derselben zu erwarten steht; sie durften daher schon jetzt als Basen zu allgemeinen Schlüssen dienen, und geben für sich sowohl als in den unmittelbar daraus zu ziehenden Folgerungen so wichtige Stützen mehrerer in dem ersten Abschnitt ausgesprochener Ansichten ab, dass eine gleichzeitige Bekanntmachung beider hierdurch nicht ungerechtfertigt erscheinen möge.

Was die angewandte Methode der Präparation der Objecte betrifft, so konnte von vorne herein kein Zweifel darüber obwalten, dass sich zuverlässige Resultate nur von einem Verfahren erwarten liessen, wie es mit so bedeutendem Erfolge in den histologischen Arbeiten der neueren Zeit vielseitig in Gebrauch gezogen wird, nämlich einer Erhärtung der Präparate, wodurch allein eine Conservirung des normalen Gefüges der Elemente in den anzufertigenden feinen Schnitten ermöglicht wurde. Die versuchsweise angewandte, sonst viel erprobte Chromsäure erwies sich nicht so tauglich als eine Lösung von saurem chromsaurem Kali; erstere machte, auch in ganz schwacher Solution, die zarten Embryonen verschrumpfen und gab ihnen endlich bröckliche Consistenz: das Salz dagegen liess in seiner Wirkung nichts zu wünschen übrig. Die Stärke der benutzten Lösung betrug 8—9 %.

Ich habe die Untersuchungen bisher nur über das zu solchen Arbeiten unentbehrliche, weil so leicht von jeder Altersstufe zu habende Hühnchen und über das Schaaf ausgedehnt, von welchem letzteren ich mir eine ziemlich complette Reihe von Individuen, die in nahen Abständen von einander befindliche Entwickelungsstufen repräsentirten, gesammelt hatte. Zur Beobachtung der frühesten Stadien erwiesen sich die Schaafembryonen viel tauglicher als das Hühnchen, einmal wegen der bei respective gleichem Evolutionsgrade bedeutenderen Körpermasse, wodurch die Handhabung des Präparates erleichtert wurde, dann aber auch und besonders durch die längere Entwickelungsdauer, die die Aufeinanderfolge der einzelnen Phasen mit grösserer Sicherheit wahrzunehmen gestattete. Durch diese Umstände bestimmt, werde ich mich in der Beschreibung vorzugsweise an die Verhältnisse beim Schaafembryo halten, das damit Uebereinstimmende oder davon Abweichende in den entsprechenden Zuständen des Hühnchens nachträglich berücksichtigend.

Von den erhärteten Embryonen wurden grösstentheils Querschnitte untersucht, die wenigen von mir angefertigten Längsschnitte waren nicht den frühesten Stadien entnommen und wurden nur mit Rücksicht auf specielle Verhältnisse der Beobachtung unterworfen, so dass ich mich auf eine Schilderung des Ganges der Entwickelung an derselben nicht einlassen kann. — Da in frühen Stadien das Centralnervensystem nicht in seinem ganzen Verlaufe gleichen Enwickelungsgrad zeigt, sondern die Evolution vom Kopf abwärts fortschreitet, so war es geboten, wollte man die successiven Formveränderungen mit Genauigkeit verfolgen, nur die gleichwerthigen Stellen des Organs bei verschieden entwickelten Individuen in Betracht zu ziehen. Daher wird im Folgenden, sobald nicht besondere Angaben den Ort des Schnittes näher bezeichnen, stets der Querschnitt aus der Höhe der oberen Extremitäten gemeint sein. — Das Alter der Hühnchen ist in Tagen der Bebrütungsdauer, das der

Schaafembryonen in Längsmaassen angegeben. — Den ganzen von mir beobachteten Abschnitt der Entwickelung habe ich zur besseren Uebersicht des Stoffs in zwei Perioden getheilt, von denen die erstere durch das Auftreten eines bedeutungsvollen Phänomens begrenzt wird, und sich demnach auch in ihrer relativen Dauer in Bezug auf die ganze Entwickelungszeit ziemlich genau dürfte bestimmen lassen; die Grenze der zweiten Periode ist ungenauer, doch muss ich, in Ermangelnng einer besseren, dieselbe gelten lassen. Endlich muss ich noch bemerken, dass Ortsbezeichnungen wie »vorn«, »hinten« auf die aufrechte Stellung des Embryo Bezug haben. Die Durchmesser der Querschnitte des Markes werden als »gerader« und »querer« unterschieden, erstere Bezeichnung gilt der Richtung von vorn nach hinten, erstere der von rechts nach links.

I. Kapitel.

Erste Entwickelungsperiode.

Vom Beginn histologischer Sonderung bis zum Auftreten der weissen Masse (Längsfaserschicht des Rückenmarks).

1. Schaafembryo, 3—3½‴ par. in gerader Richtung vom Nackenhöcker bis zum Schwanzende messend.

Die Rinne der Uranlage des Centralnervensystems hat sich bereits zur Röhre geschlossen, über welcher die Rückenplatten ebenfalls zum Schlusse gediehen sind. Charakteristisch für die Form des Querschnittes des Marks in dieser frühen Periode ist das Ueberwiegen des geraden Durchmessers über den queren, in dem er das 2—3fache des letzteren beträgt. Die längliche Form des Querschnitts ist kein regelmässiges Ellipsoid, sondern, im vorderen Drittheile des geraden Durchmessers am breitesten, verjüngt sie sich in der Mitte und beträgt im hinteren Drittheile etwa nur die Hälfte der grössten Breite. Das vordere und hintere Ende sind gleichmässig abgerundet. Man könnte die Form des Durchschnitts einer Birne vergleichen. Das lumen des Centralkanals tritt als langer sehr schmaler Spalt auf, von parallelen Seitenwänden begrenzt. Die Längenausdehnung des Lumen fällt mit dem geraden Durchmesser des Querschnitts zusammen. Der Boden und die Decke des Kanals, d. h. die vordere und hintere Wand desselben bei aufrechter Stellung des Markes sind von sehr geringer Dicke (vid. Fig. VII). In der ganzen Peripherie legt sich die Wirbelanlage enge an das Mark an.

Der Grundcharakter der Textur ist auf diesem Stadium in den Anlagen der differentesten Organe ein so verwandter, dass das Mikroskop über die Hingehörigkeit einzelner vom Zusammenhange mit dem Ganzen gelöster Gewebspartikeln nicht zu entscheiden im Stande ist. Kleine runde Zellen, von scharfem Contur, durchsichtigem Inhalte, meist einfachem bisweilen auch doppeltem Kern, machen den bei weitem überwiegenden Theil der Masse

sämmtlicher Organanlagen aus. Das Gesagte gilt namentlich von der Rückenmarks- und Wirbelanlage. Die Bildungszellen stehen hier so dicht, dass von einer sichtbaren Intercellularsubstanz nicht die Rede sein kann. Im Durchschnitt von 15 Messungen erhielt ich für den Durchmesser der Zellen des Markes die Mittelzahl 0,0025‴ par. Im Allgemeinen ist diess Zellenaggregat völlig gleichmässig, ohne irgend welche Gruppirung zu zeigen. Nur die Grenzschichten beider Gebilde gegen die von ihnen eingeschlossenen Röhren lassen die ersten Anfänge histologischer Sonderung wahrnehmen, indem in Anordnung und Form die Zellen daselbst ein abweichendes Verhalten zeigen; es markiren sich nämlich das Epithel des Centralkanals und die Anlage der dura mater. Die Bildung des ersteren erfolgt, indem die das Lumen zunächst umgebenden Zellen, an Grösse zunehmend, in innige Berührung mit einander kommen; die Berührung bedingt beim Fortwachsen seitliche Compression; so dass der senkrecht gegen die freie Höhle gerichtete Durchmesser das Uebergewicht erlangt. Man sieht demnach einen Kranz feiner regelmässig prismatischer Pallisaden zuinnerst den schmalen Spalt des Kanals begrenzen. Diese Veränderung der ursprünglich runden Bildungszellen beschränkt sich nicht auf eine einfache Schicht allein, sondern es reihen sich die folgenden in zweiter Ordnung, dieselbe Form und Stellung annehmend, an erstere an. Am schärfsten prägt sich die epitheliale Bildung an der Vorderwand des Centralkanals aus, während nach hinten zu die Entwickelung noch zurücksteht.

Anders verhält es sich mit der Grenzschicht der Wirbelanlage gegen den Wirbelkanal. Zwar besteht auch hier die erste Veränderung in einem Wachsen der zu innerst gelegenen Zellen nach einer Richtung, sie werden länglich, spindelförmig; dagegen gruppiren sie sich entgegengesetzt den Elementen des Epithels mit ihrem längeren Durchmesser längs der Peripherie der Röhre, kehren einander die schmäleren Enden zu; meist nur in einfacher Lage die Wirbelröhre auskleidend, werden sie zu dieser frühen Zeit kaum die Beachtung des Beobachters erregen, wenn nicht spätere Entwickelungsstufen seine Aufmerksamkeit bereits dahin gelenkt haben.

Innerhalb der Masse der Rückenplatten des Wirbelsystems hebt sich jederseits eine ovale Zellenanhäufung durch grössere Undurchsichtigkeit von der helleren Umgebung ab, ohne dass dieselbe anderweitig begrenzt wäre, oder die Zellen sich in Form und Grösse vor den umliegenden auszeichneten. Die grössere Undurchsichtigkeit rührt theils von etwas dichterer Lage, theils von dunklerer Tinction der Zellen durch das chromsaure Kali her. Diese Gruppe liegt hinter der queren Mittellinie des Marks, dicht an der inneren Peripherie der Wirbelplatten und stellt die Anlage des Spinalganglions dar. — Bei den auf diesem Stadium der Entwickelung so geringen Spuren einer beginnenden Differenzirung der ursprünglich gleichartigen Zellenaggregate zu typisch ausgeprägten Geweben, wie aus obiger Schilderung zu entnehmen ist, wird die gleich zu beschreibende Erscheinung ohne Zweifel allgemeine Beachtung beanspruchen dürfen.

Der grösste Theil der feinen Querschnitte, die man vom unteren Ende d

Hirnbläschens an bis etwa zur Ursprungsstelle der unteren Extremitäten anfertigt, lässt bei gehöriger Feinheit des Präparates den Austritt eines Bündels zarter, discreter Fasern aus den vorderen seitlichen Partien des Markes, der Gegend der grössten Breite, gewahren. Dieses Bündel setzt durch die ganze Dicke der Wirbelanlage, breitet sich darnach aus und entzieht sich so der weiteren Verfolgung. Häufig ereignet es sich, dass bei Anfertigung des Schnittes die Rückenmarkslamelle aus den umgebenden Wirbelpartieen gelöst wird, wobei dann ein kürzeres oder längeres Stück dieses Bündels, in festerer Verbindung mit dem Marke stehend, ebenfalls hervorgezerrt wird, und so im Zusammenhange mit seiner Ursprungsstelle unter das Mikroskop kommt. Eine genauere Betrachtung lehrt dann, dass die das Bündel zusammensetzenden Elemente feine, blasse, durchweg gleichbreite Fäden sind, die an keiner Stelle ihres Verlaufs, so weit er sich übersehen lässt, Knötchen oder Anschwellungen darbieten. Was die Ursprungsstelle betrifft, so lassen sie sich von der Peripherie des Markes aus nur eine kurze Strecke weit ins Innere der Zellenmasse des letzteren verfolgen, wobei eine Divergenz der Fasern eintritt, um hier, wenn man aus einzelnen auf alle schliessen darf, in Zellen zu endigen, die kaum durch einen etwas grösseren Durchmesser, geschweige denn durch andere Eigenthümlichkeiten von den Nachbarzellen sich unterscheiden. Wenn ich mich des Ausdrucks »endigen« bediene, so brauche ich wohl kaum hinzuzufügen, dass derselbe nur in rein descriptivem Sinne angewandt ist, ohne die Richtung der Entwickelung andeuten zu sollen. — Diesen Zusammenhang mit Zellen habe ich zwar nicht deutlich auf dieser, wohl aber auf der zunächst zu beschreibenden Entwickelungsstufe wahrgenommen. — Nach der peripherischen Seite tritt durchaus kein Connex dieser Fäden mit den Elementen der das Mark umgebenden Anlagen ein, die sie übrigens nicht in dichter Aneinanderlagerung, sondern dergestalt durchsetzen, dass fast jeder Faden isolirt wahrgenommen wird; so liegen denn auch Zellen zwischen den einzelnen Fäden, und haften denselben mechanisch an, wenn sie aus der Wirbelanlage hervorgezerrt sind, ein organischer Verband findet aber durchaus nicht Statt.

Es fragt sich nun, was diese Fäden vorstellen? Beachtet man das symmetrische Hervortreten derselben an beschränkter Stelle aus der vorderen seitlichen Region des Markes, die Richtung des weiteren Verlaufs, indem sie nach vorn und aussen die Wirbelanlage durchsetzen, die Anordnung zu einem Bündel; erwägt man ferner, dass jedes Element des Bündels, so weit es sich verfolgen lässt, seine gleichmässige Beschaffenheit, seine Isolirtheit bewahrt, keine Zertheilung eingeht, so werden diese Umstände vereint genügen, der Annahme grosse Wahrscheinlichkeit zu sichern, dass in dem Bündel bereits die Elemente eines Spinalnerven vorliegen. Die Fäden müssten nach dem Obigen schon als Primitivnervenfasern in ihrer jüngsten Form gedeutet werden. Der Zusamenhang derselben mit Zellen der Markanlage, Beziehungen zum Spinalganglion, die bei den folgenden Entwickelungsstufen geschildert werden sollen, so wie die durch die fernere Beobachtung ermittelten Veränderungen an den Fäden selbst, erheben jene Wahrscheinlichkeit zur Evidenz.

2. Schaafembryo, 4—4 ½‴ par. lang.

Das Mark ist absolut stärker geworden; das Verhältniss des geraden zum queren Durchmesser ist ungefähr dasselbe, wie auf der vorigen Stufe, fast überwiegt der erstere noch mehr. Dagegen bietet der hintere Theil des Querschnitts eine auffallende Gestaltänderung dar, die sich am deutlichsten in der Figur des Lumens des Kanals ausprägt. Während nämlich vorher dieses Lumen eine durchweg gleichmässige Breite gehabt hatte, zeigt sich gegenwärtig der hintere Abschnitt rhombisch erweitert (vid. Fig. IX). Dieser Rhombus mit nach Innen convexen Seiten hat drei ziemlich gleich lange Ecken, die hintere und die beiden sich gerade gegenüberliegenden seitlichen, während die vordere allmählich in den die frühere Breite bewahrenden Theil des Kanals ausläuft. Dieser Figur entspricht so ziemlich die Gestalt des Markes. Die seitlichen Ecken der rhombischen Erweiterung des Kanals drängen auch die Markmasse seitlich vor, so dass der Querschnitt etwas hinter der queren Mittellinie eine Taille erhält. Mit der Lupe, selbst mit blossem Auge lässt sich an einem glatten Schnitte dieses Verhältniss deutlich wahrnehmen, das in der oberen und mittleren Region des Markes prägnanter ist, nach unten zu allmählich schwindet. — Die Ursachen dieser Erscheinung suche ich in rein mechanischen durch die Massenzunahme bedingten Verhältnissen. Ein in der Richtung des geraden Durchmessers auf das Mark wirkender Druck muss, meiner Meinung nach, diesem Phänomen zu Grunde gelegt werden. Die allmählich zunehmende Consistenz der Rückenplatten des Wirbelsystems bei gleichzeitiger Verdickung derselben wird ihrer Nachgiebigkeit Grenzen setzen und so auf das vorzüglich von vorn nach hinten an Ausdehnung zunehmende Mark nothwendiger Weise einen Druck ausüben. Würden nun die Wandungen des Centralkanals in der ganzen Peripherie gleiche Dicke haben, so würde die Röhre einfach von vorn nach hinten comprimirt werden. Da aber im vorderen Theil der Röhre die Wandungen etwa um das Doppelte dicker sind und der Wand des Wirbelkanals eng anliegen, so betrifft die Compression nur den hinteren, schwächeren und locker von den Wirbelplatten umgebenen, der, gegen den vorderen solideren Theil gedrückt, seitlich dem Druck ausweicht. Dass diese Gestaltung der Röhre bei der Vertheilung und Begrenzung der nächst erfolgenden Massenablagerung wahrscheinlich nicht unwesentlich sei, wird man aus der Schilderung der Vorgänge im folgenden Abschnitte entnehmen können.

Die histologische Sonderung, oder mit anderen Worten, die von einander abweichenden Veränderungen der Elemente verschiedener Schichten und Regionen des Embryonalkörpers je nach dem specifischen Charakter des Gewebes, in dessen Bildung sie einzugehen bestimmt sind, tritt bereits viel allgemeiner hervor. Machten sich vorher in den gleichartigen Zellenmassen nur die sehr früh auftretenden Elemente der Spinalnerven und einzelne Grenzschichten, als dura mater und Epithel des Centralkanals, bemerklich, so unterscheidet man gegenwärtig schon nach histologischen Merkmalen die Knorpelanlage des Wirbelgerüstes von der Muskellage und diese von den äussersten zur Lederhaut, demnach zu

sich entwickelnden Schichten. Es sind vorzugsweise zwei Vorgänge, die diese Differenzirung bedingen, das Wachsen der Zellen in die Länge und die Entfernung derselben von einander durch auftretende formlose Intercellularsubstanz. Das erste ist in der Muskel-, das zweite in der Knorpelanlage am ausgeprägtesten, combinirt erscheinen beide Vorgänge bei der Entwickelung des Bindegewebes. Da ein näheres Eingehen auf die histologische Entwickelung der Umgebung des Markes nicht in der Aufgabe dieser Abhandlung liegt, wende ich mich sogleich zu der speciellen Betrachtung dieses Organs selbst.

An dem dünnen Querschnitt fällt vor Allem die scharfe Zeichnung des Epithels ins Auge[1]). Das eigenthümlich geformte Lumen des Centralkanals ist ringsum von einem breiten, dunkeln Hofe umgeben, dessen Elemente durch ihre regelmässige Gestaltung ein sehr zierliches Bild hervorrufen; besonders an den Ecken des Lumens sind die länglichen viereckigen Zellen so genau wie die behauenen Quader eines Gewölbes an einander gefügt, so dass von innen nach aussen die Conturen etwas divergiren. Der dunkele Hof besteht aus mehreren, etwa 3 bis 4 concentrischen Lagen gleich gestalteter, enge sich berührender, mit dem längeren Durchmesser senkrecht gegen die Wand des Kanals gestellter Zellen. Auch die äussere Grenze des Hofes gegen die übrige Substanz des Marks ist in Folge der intensiveren Färbung des ersteren eine ziemlich scharfe und bleibt es auch noch einige Zeit. Die Begrenzung und die Uebereinstimmung der Zellen des Hofes in Form und Gefüge berechtigen zu der Annahme histologischer Zusammengehörigkeit derselben, und ich glaube nicht der Voreiligkeit mich schuldig zu machen, wenn ich, hierauf gestützt, das Epithel des Centralkanals beim Schaafembryo auf dieser Stufe der Entwickelung für ein mehrfach geschichtetes erkläre. Es leuchtet ein, dass diese concentrische Schichtung enge sich berührender und nach Art der Bestandtheile eines Gewölbes zusammengestellter Zellen den Wänden der Röhre grössere Rigidität und Festigkeit verleihen muss und dieselbe dadurch geschickter macht, dauernde Formveränderungen anzunehmen und der folgenden Massenablagerung als Stützpunkt zu dienen. — Die nach aussen vom Epithel gelegene Substanzschicht des Markes ist im hinteren Theile sehr gering, so dass die hintere Ecke des Rhombus fast nur von dem Epithelialhof umgeben scheint; dagegen wird sie in den Seitentheilen der vorderen Hälfte viel mächtiger und übertrifft hier die Dicke der Epithelialschicht um das Dreifache. In dieser Substanzlage haben die Zellen die ursprüngliche rundliche Form beibehalten, haben etwas an Grösse zugenommen und stehen, indem eine Intercellularsubstanz auftritt, nicht mehr so dicht gedrängt. Symmetrisch auf beiden Seiten des Markes, im vorderen seitlichen Theile desselben in der Nähe der Peripherie, bemerkt man einen lebhaften gelblich tingirten Fleck, der in seiner Lage der Austrittsstelle des feinen Faserbündels, von dem

1) Es darf nicht vergessen werden, dass es sich hier stets nur um Präparate handelt, die durch chromsaures Kali erhärtet und tingirt sind.

oben die Rede war, entspricht. Eine genauere Untersuchung des Flecks lässt an den darin enthaltenen Zellen keine besondere Abweichung von den nächst umherliegenden wahrnehmen; dagegen hebt ein Umstand allen Zweifel über ihre, aus der Lage der Gruppe und der gelblichen Tinction schon wahrscheinliche, besondere Bestimmung. Ich habe nämlich mehrmals auf das Unzweideutigste gesehn, dass Fäden des an der Peripherie des Markes in dieser Gegend hervortretenden Bündels aus derselben ihren Ursprung nehmen. Wir haben also hier die später sogenannten grossen Ganglienkörper des vorderen Horns in jugendlicher Gestalt vor uns. Ueber den Zusammenhang der Zelle und der feinen Faser muss ich bemerken, dass letztere nicht aus einer sich allmählich verjüngenden Prominenz der Zelle hervorgeht, sondern hart an der gleichmässig rundlichen Peripherie bereits ihre definitive Breite besitzt. — Ein sehr beachtenswerthes Phänomen tritt uns auf der in Rede stehenden Entwickelungstufe des Markes an der schmalen und hervorgewölbten Vorderwand des Kanals entgegen: an die äussere Peripherie des hier sehr schön entwickelten Epithelialhofes hat sich, bogenförmig von einer Seitenhälfte zur anderen hinüberziehend, eine zarte pellucide Masse gelegt, die keine eingestreuten Zellen wahrnehmen lässt, aber eine feine, in Bezug auf den Mittelpunkt des Markes concentrische Streifung zeigt. Gegenwärtig noch schmal, entgeht sie leicht der Aufmerksamkeit, wenn nicht beim Schnitte das Mark aus dem Wirbelkanal ausgehoben ist. Diese Substanz ist die Grundlage der vorderen, und — nach der aus den hiesigen Untersuchungen hervorgegangenen Meinung, auch einzigen Nervenkommissur zwischen den beiden Hälften des Rückenmarks. Der Verlauf der Entwickelung stellt diese Deutung ausser Zweifel; es liesse sich aber die Frage aufwerfen, ob gegenwärtig bereits discrete Fasern diese Substanz zusammensetzen. Um den Weg mechanischer Zerstückelung einzuschlagen und dadurch eine Isolation der etwa vorhandenen geformten Elemente zu bewerkstelligen, dazu ist das Präparat zu klein und es wären die Elemente wohl auch zu fein, als dass davon der geringste Erfolg zu erwarten wäre. Ein negatives Ergebniss wäre zudem nicht beweiskräftig, wenn man erfahren hat, wie selten die Darstellung isolirter Fasern an einer Lamelle der weissen Masse in der Hälfte des Embryonallebens gelingt, wo trotzdem Niemand über die Anwesenheit derselben in Zweifel bleiben wird. Die Frage wird also nur mit Wahrscheinlichkeit beantwortet werden können. Die concentrische Streifung der Substanz ist sehr regelmässig, die feinen Linien gehen, wie es namentlich bei Präparaten aus etwas späteren Stufen schon zu sehen ist, continuirlich von einer Seite zur andern hinüber, um beim Eintritt in die zellenreichen Seitenhälften des Markes etwas zu divergiren. Dieses optische Phänomen könnte nun entweder von einer bündelförmigen Anordnung feiner Fäserchen, oder aber von einer besonders regelmässigen Faltung abhängen. Aber eine Faltung von solcher Gleichmässigkeit wird nur an einer Membran und zwar an einer solchen, die Zartheit mit bedeutender Festigkeit vereinigt, entstehen können, — Bedingungen, die man auf so früher Entwickelungsstufe und auch viel später noch vergeblich im Embryonalkörper suchen wi wo ausser den beschriebenen Formelementen ein höchstens etwas zähes Fluidum a

fen ist. Daher nehme ich nicht Anstand, mich dahin zu entscheiden, dass bereits hier die Anwesenheit von Commissurenfasern zu statuiren ist.

Von der Markanlage wende ich mich zum Spinalganglion. War es bisher nur durch seine lebhaftere Tinction als besondere Zellengruppe wahrzunehmen, so sondert es sich jetzt bereits in seinen Umrissen von der Umgebung, indem es sich in der ganzen Peripherie von derselben lockert und so gleichsam wie in eine Kapsel eingebettet erscheint. An der Wand dieser Kapsel beginnt ebenfalls die Bildung der dura mater, indem wie in der Wirbelröhre die zu innerst gelegenen Zellen sich mit ihrem längeren Durchmesser längs der Peripherie ordnen. Von etwaigen aus dem Ganglion hervorgehenden Fasern ist nichts wahrzunehmen. Das Ganglion hat sich aber vergrössert, es reicht weiter nach vorn.

3. Hühnchen, $3^1/_2$ Tage alt.

Zur Beobachtung der frühesten Zeit eignet sich, wie bereits bemerkt, meiner Erfahrung nach, das Hühnchen nicht, indem bei grösserer Kleinheit und geringerer Consistenz desselben im Vergleich zum Schaafembryo, die Anfertigung tauglich dünner Schnitte misslingt. Ein Paar Male habe ich genügendere Präparate von $3^1/_2$tägigen Exemplaren erhalten, die folgende Verhältnisse in der Markanlage darboten: der gerade Durchmesser des Querschnitts ist der längere, doch überwiegt derselbe nicht in dem Maasse, als beim Schaafembryo; die grösste Breite zeigt der Querschnitt ebenfalls im vorderen Drittheil, zwischen den symmetrisch gelegenen Austrittsstellen der Nervenbündel. Auch hier ist der Centralkanal in seinem hinteren Theile dergestalt erweitert, dass sein lumen daselbst rhombische Form zeigt. Ein Epithelium ist deutlich wahrnehmbar, doch ist es nicht so schön angeordnet, noch durch die Tinction von der übrigen Markmasse sich so scharf abgrenzend, dass sich über seine Schichtung Genaueres angeben liesse. Die übrige Markmasse besteht durchweg aus dicht an einander liegenden, durch spärliche Intercellularsubstanz zusammengehaltenen, runden Bildungszellen. Diese letzteren sind kleiner als sie beim Schaafembryo auf der erstbeschriebenen Entwickelungsstufe des Rückenmarks angetroffen werden; sie messen im Mittel 0,0022‴ par. und enthalten bisweilen, aber seltener als dieselben Elemente der Wirbelanlage doppelte Kerne. Nervenbündel, aus dem vorderen Theil der Seitenhälften entspringend, habe ich auch hier deutlich wahrgenommen; nicht so entschieden kann ich dasselbe von den Commissurenfasern aussagen. — Hieraus dürfte hervorgehen, dass das Hühnchen zwischen dem dritten und vierten Tage der Bebrütung in Bezug auf die Entwickelung des Rückenmarks dem Schaafembryo von 4—$4^1/_2$‴ Länge correspondirt, indem sowohl der histologische Charakter der Marksubstanz als auch die Form des Centralkanals bei beiden dieselben sind. Ich lege auf das letztere Gewicht, da ich die mehrerwähnte rhombische Gestaltung des lumens übereinstimmend beim Hühnchen und Schaaf kurz vor einem wesentlichen Evolutionsvorgange, dem Auftreten der Longitudinalfaserschicht des Markes (weisse

während nach diesem Momente sich eben so übereinstimmend ein allmäh-

liches Ausgleichen der eckigen Form in die länglich-ovale beobachten lässt. Diese Umstände deuten auf einen Zusammenhang der organologischen Configuration und der Histogenese; demnach dürften die gröberen Formverhältnisse als Anhaltpunkte zur Beurtheilung des Entwickelungsgrades der Elementarverhältnisse dienen.

Am Schlusse dieses Entwickelungsstadiums möge es gestattet sein, in einem Rückblicke die bedeutsamsten während desselben hervorgetretenen Phänomene zusammenzustellen und die etwaigen sich daraus ergebenden Consequenzen in Betracht zu ziehen. Bisher war also in der Markanlage noch durchaus keine Andeutung einer Scheidung des Bildungsmaterials in zwei Portionen gegeben, die etwa als gesonderte Grundlagen der zwei wesentlich verschiedenen Constituentien des ausgebildeten Organs, der weissen und grauen Substanz, hätten gelten können; sondern mit Ausnahme des so frühen Epithels war Alles nur ein gleichmässiges Aggregat in Form und Grösse übereinstimmender Zellen. Dennoch gehen aus dieser gleichartigen Masse schon Nervenfasern von bedeutender Länge hervor, dennoch besteht schon eine Fasercommissur vor dem Centralkanal zwischen beiden Hälften. Diese Umstände liefern wohl die gewichtigsten Argumente gegen die Lehre vom cerebralen Ursprunge sämmtlicher Spinalnerven. Es besteht also bereits die Nervenverbindung zwischen Rückenmark und Peripherie, während die zwischen Rückenmark und Gehirn erst merklich später auftritt. Nimmt man nun an, dass der Verlauf einer Spinalnervenfaser von der Peripherie zum Gehirn ein continuirlicher sei, ohne innerhalb des Rückenmarks durch Centralapparate unterbrochen zu sein, so müsste aus der obigen Erfahrung nothwendiger Weise geschlossen werden, dass die Nervenfaser sich in der Richtung von der Peripherie zum Centrum heranbilde, wobei dann noch immer die Verzögerung unerklärt bliebe, die die Entwickelung erleidet, nachdem der peripherische Theil der Faser das Rückenmark erreicht hat. Allein die blosse Consequenz, dass die Entwickelungsrichtung der fraglichen Elemente eine centripetale sei, widerspricht nicht blos üblichen Vorstellungen, sondern auch positiven Erfahrungssätzen, dass schwerlich Jemand der Theorie vom cerebralen Ursprung der Spinalnervenfasern zu Liebe jenen Schluss zu vertreten sich berufen fühlen dürfte. Zu den thatsächlichen Erfahrungen, die gegen die Statthaftigkeit jener Annahme zeugen, rechne ich das Atrophiren der Nervenfaser in ihrem peripherischen Ende nach der gewaltsamen Trennung von den Centraltheilen; ferner die Beobachtung, die Kölliker (Geweblehre, 2te Aufl. pag. 354 seqq.) am Schwanze der Forschlarven gemacht hat, wo er aufs Deutlichste ein Fortwachsen der Nervenfaser zur Peripherie sah. — Ganz einfach dagegen gestaltet sich die Deutung dieser Verhältnisse bei der Annahme des Zusammenhanges der vorderen Wurzelfasern mit den Nervenzellen des Rückenmarks. Es würde dann hier der Ausgangspunkt der Entwickelung der so früh auftretenden Wurzelfasern zu suchen sein.

Eben so muss das Vorhandensein der Commissur vor dem Erscheinen der Longitudinalfaserschicht des Marks als wesentliche Stütze der Ansicht gemacht werden, dass

es die Aufgabe der Commissur sei, die beiden Hälften der grauen Masse des Marks, in der die Nervenzellen eingebettet sind, auf dem kürzesten Wege in Nervenverbindung mit einander zu setzen. Unmittelbar folgt wenigstens aus dem successiven Auftreten beider Theile im Entwickelungsvorgange, dass der eine nicht als directe Fortsetzung des anderen anzusehen sei, dass die Fasern der Commissur nicht in die der vorderen Rückenmarksstränge übergehen. Ist dieser Fall aber ausgeschlossen, so müssen die Endigungen der Commissurenfasern in der grauen Masse anzutreffen sein, wo es dann keinem Zweifel unterläge, dass dieselben nur in den Nervenzellen zu suchen wären. Es wird im Verlaufe der Abhandlung dargethan werden, dass die gegenwärtig von der Commissur verbundenen zellenreichen beiden Markhälften in der That nur die Grundlage der später so genannten grauen Masse abgeben.

Eine sehr beachtenswerthe Thatsache ist ferner das frühe Erscheinen von Nervenfasern. Man kann darnach unbedenklich den Satz aufstellen, dass die Nervenfaser das erste der späteren Formelemente des Körpers sei, das die Natur aus dem Bildungsmaterial hervorgehen lässt. Denn die Bildung der Muskelfasern, des Bindegewebes beginnt ersichtlich später; nur die einfachsten, die Epithelialgewebe, treten wahrscheinlich gleichzeitig auf; die Elemente des Blutes weichen noch beträchtlich von ihrer definitiven Gestalt ab, die einzelnen Zellen desselben zeigen unter einander mannichfache Grössendifferenzen zu einer Zeit, wo ein Spinalnervenbündel aus lauter discreten, in Breite und anderweitiger Beschaffenheit übereinstimmenden Fasern zusammengesetzt, sich bereits bis in die äusseren, das Centralnervensystem umgebenden Schichten, spätere Muskellage des Wirbelsystems, erstreckt. Erwägt man, dass der Schaafembryo von $4\frac{1}{2}'''$ Länge ungefähr der Entwickelungsstufe des Hühnchens zwischen dem dritten und vierten Tage der Bebrütung entspricht, dass aber bereits ein merklich jüngeres Individuum, von einer Länge von 3''' die Spinalnervenfasern in einer Ausdehnung zeigt, die die Dicke der Wirbelanlage übertrifft, so läuft man nicht Gefahr, bei der Annahme irre zu gehen, dass das erste Auftreten der Nervenfasern mit dem Termin der beginnenden Herzaction coincidire. — Eine ganz flüchtige Betrachtung des aus der Markmasse hervortretenden Nervenbündels lehrt schon, dass dasselbe nur den unter der Bezeichnung »vordere Wurzel« begriffenen Antheil eines Spinalnerven repräsentire; denn Ursprungsstelle und Abstand vom Spinalganglion lassen nur diese Deutung zu, die die spätere Beobachtung bestätigt. Dagegen erstrecken sich die Fasern bereits auf dem frühesten von mir beobachteten Zeitpunkte weiter, als etwa nur bis zur späteren Vereinigungsstelle beider Wurzeln. Die hintere Wurzel wird während der geschilderten Entwickelungsepoche des Marks vermisst und ich kann beim Schaafembryo von 3—4''' Länge ihre Anwesenheit entschieden in Abrede stellen. Ohne mich hier in Muthmaassungen über dieses Verhältniss ergehen zu wollen, die vorläufig nur müssige sein könnten, habe ich einfach die Thatsachen hervorheben zu müssen geglaubt, dass dem functionell verschiedenem Verhalten beider Wurzeln auch genetische Differenzen in Hinsicht auf den Zeitpunkt ihres Auftretens entsprechen.

Die weitere Schilderung der Entwickelung wird noch einge Daten hinzufügen, die eine nochmalige Berücksichtigung dieser Verhältnisse erfordern werden.

Die Enstehung des Spinalganglions erfolgt unter Umständen, die von allgemein embryologischem Interesse sind. Nach Reichert gilt es gewissermaassen als Gesetz der Entwickelung im Wirbelthierreich, dass das physiologisch Zusammengehörige gleich bei den ersten Bildungsvorgängen im Dotter als solches in einer Anlage vereint gesetzt werde, und dass innerhalb des Materials einer solchen schichtartigen Anlage die Scheidung der Grundlagen der einzelnen Theile eines oder wenigstens nahe verwandter Systeme vor sich gehe. So bildet sich aus der obersten Schicht das Centralnervensystem mit seinen Appertinentien, den höheren Sinnesorganen; aus der nächsten das Skeletgerüste und das in engerem physiologischem Zusammenhange mit demselben stehende Muskelsystem hervor etc. Die Spinalganglien nun machen davon eine Ausnahme; obgleich durch die Beziehungen zur hinteren Wurzel dem Centralnervensystem zunächst stehend, gehen sie aus dem Material des Wirbelsystems hervor. Der Vorgang ist ein so klar vor Augen liegender, so einfach, dass keinerlei andere Deutung dabei versucht werden kann. Schon die Beobachtung mit der Lupe zeigt die Rückenplatten scharf vom Centralnervensystem abgesetzt, noch augenscheinlicher aber die Untersuchung eines dünnen Querschnitts aus erhärteten Präparaten mittelst des Compositums. Die innere Peripherie derselben ist bereits ringsum durch die Anlage der dura mater begrenzt; da erst beginnt innerhalb der völlig gleichmässigen und gleichvertheilten Zellen der Rückenplatten des Wirbelsystems die Absonderung einer Gruppe derselben durch Lockerung von der Umgebung, um nach erfolgter Begrenzung durch dura mater-Bildung, einen von der der Nachbarzellen völlig verschiedenen Entwickelungsgang einzuschlagen. Dieselbe Zelle, die bisher ein Bestandtheil der Wirbelplatten war, wird jetzt zur Nervenzelle, während die benachbarten zu Knorpelzellen sich hervorbilden.

II. Kapitel.

Zweite Entwickelungsperiode.

Vom Erscheinen der weissen Masse bis zur Ausdehnung derselben um die ganze Peripherie des Querschnitts.

Dieser Abschnitt reicht beim Hühnchen etwa bis zum neunten Tage der Bebrütung, beim Schaafembryo bis zu einer Längenentwickelung von 10—12‴. Das während desselben Neuauftretende, so wie die Veränderungen der bisherigen Anlagen sollen wie oben durch Beschreibung der Querschnitte successiver Entwickelungsstufen geschildert werden.

1. Schaafembryo, 5‴ lang, cf. Fig. X.

Das frühere Verhältniss zwischen dem geraden und queren Durchmesser beginnt sich auszugleichen, indem das Wachsthum des Markes von nun an vorzugsweise in der Richtung

des letzteren Statt findet. Das Mark ist durchweg, besonders aber im vorderen Drittheil breiter geworden. Der Centralkanal ist weiter als vorher, die rhombische Form im Lumen tritt gegenwärtig am ausgeprägtesten auf. Die beiden seitlichen Ecken desselben erstrecken sich weiter und ihnen entsprechend springt die Wand der Röhre winkelig vor. Die Form des Querschnitts wird dadurch eine eigenthümlich eckige. Vom hinteren Ende des geraden Durchmessers, als Gipfel betrachtet, dacht sich der Umriss jeder Seitenhälfte in ziemlich gerader Linie nach vorn und aussen ab, bis etwa zum Ende des ersten Drittheils des genannten Durchmessers; dann wendet er sich umbiegend eine kürzere Strecke weit nach vorne und innen, um wieder nach aussen tretend in gebogenem Verlaufe dem abgerundeten, gleichsam angeschwollenen vorderen Theil zu begegnen. Jede Seite hat demnach, von vorn nach hinten gerechnet, erst einen vorspringenden, dann einen einspringenden Winkel. — Die relative Zunahme des queren Durchmessers ist einmal durch eine rasche Massenvermehrung in der Breite des Marks, dann aber auch durch eine stärkere Compression des hinteren dünnwandigen Theiles der Röhre in der Richtung von vorn nach hinten bedingt; die Seitenwände sind daselbst stärker geknickt als bisher. Eben so scharf hervortretend durch Färbung und Breite, eben so regelmässig construirt als auf der zuletzt beschriebenen Entwickelungsstufe, springt auch hier das Epithel des Kanals ins Auge. Um den hinteren Winkel des Rhombus nimmt es die ganze allerdings verhältnissmässig geringe Dicke der Wand ein. — Die zellenreiche Hauptmasse des Marks ist es, die im vorderen Theil der Seitenhälften die bedeutendste Vermehrung erfahren hat. Dieser Process ist wesentlich von einer Zunahme der Intercellularsubstanz abhängig; in geringem Grade mag Vermehrung der Zellen und Wachsthum derselben dazu beigetragen haben. Die Nervenzellengruppe hat sich fast gar nicht verändert, desgleichen das austretende Nervenbündel. Die Commissur dagegen, die am vorderen Grunde des Kanals sich hart an die Epithelialschicht anlegt, hat sowohl an Breite als an Deutlichkeit der Streifung zugenommen.

Eine neu auftretende Erscheinung gewahrt man symmetrisch zu beiden Seiten an zwei Punkten der Peripherie des Querschnitts, an dem vorderen äussern Winkel, und hinten ziemlich in der Mitte zwischen dem vorspringenden Winkel und dem hinteren Ende des geraden Durchmessers. Es legt sich nämlich eine hyaline anscheinend ganz structurlose Substanz daselbst dicht an die zellenreiche Hauptmasse des Markes an. Vorn erscheint dieselbe als schmaler Saum, der zunächst der Eintrittsstelle der Commissur in die zellenreiche Masse beginnt und sich im Verlauf der Entwickelung rasch nach aussen, um den vorderen äussern Theil herum verlängert. Beim Schaafembryo von der in Rede stehenden Länge erreicht sie noch nicht die Austrittsstelle der vorderen Wurzel. Hinten tritt sie in kleineren Partien von länglich linsenförmigem Durchschnitt auf, nimmt hier langsamer als die vorderen Partien an Umfang zu, wobei sie sich zuerst nach vorn zu verlängert, aber nicht über den vorspringenden Winkel hinauswächst. — Damit sind die Anfänge der weissen Masse gegeben; welche nähere Bese[illegible] davon wird man sich erst bei den folgenden Stadien,

wo ihre Ausdehnung beträchtlicher wird, überzeugen können. — Höchst bedeutungsvoll sind die gleichzeitig am Spinalganglion auftretenden Erscheinungen. Dasselbe, von ovaler Form, mit nach hinten und innen gerichtetem spitzeren Ende liegt kurz vor dem mehrerwähnten vorspringenden Winkel der Markmasse, locker in einem Hohlraum der Wirbelplatten eingebettet, nach innen zu nur durch eine schmale Lamelle von der Wirbelröhre geschieden. Diese Lamelle ist nach der Lage und Beschaffenheit der sie zusammensetzenden Zellen nur dura mater. Die Tinction ist dieselbe, die Zellen sind etwas gewachsen und liegen dicht beisammen, ohne sichtbare Intercellularsubstanz. Vom hinteren sowohl als vorderen Ende des Ganglions gehen Fäden aus, in Aussehn und Anordnung denen der vorderen Wurzeln ganz analog. Die hinteren Fäden perforiren die Lamelle, die das Ganglion von der Wirbelröhre scheidet und reichen bis zu der hinteren Anlage der weissen Masse. Nach vorn zieht ein Bündel gegen die vordere Wurzel zu; dass es dieselbe erreiche, konnte ich bei so jungen Individuen niemals wahrnehmen.

2. Schaafembryo, 7—8‴ lang.

Die früher im hinteren Theile so eckige Form des Querschnitts hat sich abgerundet; es bildet derselbe gegenwärtig ein gleichmässig rundliches, vorn breiteres Oval, das am vorderen Ende des geraden Durchmessers und seitlich an der Stelle des früher schon erwähnten einspringenden Winkels Lücken in der Peripherie zeigt. Diesen Anordnungen correspondirend hat sich auch das lumen des Centralkanals verwandelt. Der Rhombus hat sich ausgeglichen, indem die seitlichen Winkel allmählich sich vergrösserten; die eckige Form des Lumens ist in eine lanzettförmige übergegangen. Nach innen sticht die charakteristische Epithelialauskleidung des Kanals hervor. An der grauen Masse schreitet die Zunahme der Intercellularsubstanz fort, die kleinen Zellen derselben ändern sich fast gar nicht. Die Nervenzellengruppe wird jetzt auch bei flüchtiger Beobachtung an jedem Schnitte aus den Gegenden des Ursprungs der Extremitäten als etwas von der umgebenden Masse Gesondertes erkannt werden, wenn auch die Wahrnehmung isolirter Nervenzellen selbst viel später nur durch glückliche Zufälle ermöglicht wird. Leichter ist die Beobachtung derselben im Spinalganglion und es scheint im Allgemeinen ihre Entwickelung an beiden Orten parallel zu gehen. — Sehr beträchtlich ist das Wachsthum, das die weisse Masse erfahren hat. Kurze Strecken ausgenommen umgiebt sie fast die ganze Circumferenz des Querschnitts. Es bezieht sich diess vorzugsweise auf die vordere Anlage, die als breiter Saum von der Ursprungsstelle ihres Auftretens an, zunächst der Commissur, continuirlich längs der vorderen und äusseren Seite bis über die quere Mittellinie hinausreicht. — Der kürzere hintere Abschnit der Peripherie jeder Seite wird nur etwa zu zwei Drittheilen von der hinteren Anlage der weissen Masse eingenommen, so dass zu beiden Seiten des hinteren Endes des geraden Durchmessers die Epithelialschicht und etwas von der zellenreichen Masse bis zur Peripherie reicht. Beiderseits werden vordere und hintere Anlage der weissen Masse

einander durch eine Lücke getrennt; eine ähnliche Lücke findet sich vorn zwischen den Portionen der weissen Masse jeder Seite, in ihrem Grunde von der Commissur eingenommen. Es hat also die Bildung des sulcus medianus anter. begonnen. Vergleicht man die Querschnitte kurz vor und gleich nach dem Auftreten der weissen Masse, so wird man gewahr, dass der Scheitelpunkt des vorspringenden Winkels bei der rhombischen Gestaltung des hinteren Marktheiles die Grenze vorstellt, bis zu welcher die hintere Anlage der weissen Masse sich einst zu erstrecken bestimmt ist. Darüber hinaus wächst dieselbe nicht, sondern nimmt, nachdem sie diesen Punkt erreicht hat, in der Dicke und nach hinten zu, während die vordere Anlage sich allmählich derselben Stelle nähert. Es entspräche dieser Grenze also im völlig ausgebildeten Mark die Spitze des hinteren Horns der grauen Masse, als der Punkt, der daselbst an der Peripherie des Querschnitts die seitliche Grenze der hinteren Stränge darstellt. Betrachtet man den Querschnitt eines Rückenmarks, an dem die ersten Anfänge der weissen Masse sich zeigen und wo zugleich die rhombische Form am schärfsten ausgeprägt ist, so kann man sich der Vorstellung nicht erwehren, dass diese auffallende Gestaltung die Begrenzung der hinteren Stränge und die Beschränkung ihrer ersten Anlage auf einen Theil des hinteren Segments der Peripherie des Querschnitts begünstige. Indem nämlich die seitlichen Ecken stark vorspringen und sich enge an die Wand der Wirbelröhre legen, stellen sie dem neuen Massenansatz gleichsam ein Hinderniss der gleichmässigen Ausbreitung nach vorn zu entgegen. Ist der Absatz der Elemente erfolgt, so dass die weitere Zunahme der Anlage nur durch ein Wachsthum jener und durch sich entwickelnde Zwischensubstanz bedingt wird, so gleichen sich die Ecken aus.

Das Eigenthümliche der weissen Masse im Gegensatz zu allen bisherigen Anlagen ist die gänzliche Abwesenheit von Zellen in derselben, ein Umstand, von dem jeder Beobachter auf den ersten Blick überzeugt wird, nachdem die Substanz einige Ausdehnung erlangt hat. An einem dünneren Querschnitt erscheint sie als weiche durchsichtige Gallerte, die bei durchfallendem Lichte dicht mit dunkeln Pünktchen besetzt ist. Dass diese letztere nicht etwa von eingestreuten undurchsichtigen Partikeln herrühren, das erhellt aus ihrem Verhalten bei einer geringen Veränderung der Stellung des Tubus zum Objecttische, wo dieselben Stellen licht hervortreten. Die Ursachen dieses Phänomens erkennt man an einem Längsschnitt. Dieser zeigt nämlich die fragliche Substanz in der Richtung der Längsaxe des Markes fein gestreift. An dem Ende einer solchen durch einen Längsschnitt erhaltenen Lamelle stehen kleine zarte Spitzen hervor. Alle diese Erscheinungen werden bei fortschreitender Entwickelung ausgeprägter und es lassen sich bei einem $1\frac{1}{2}$—2″ langen Schaafembryo an dem Längsschnitt der weissen Masse die Elemente, von denen das gestreifte Ansehn abhängt, nämlich blasse feine Fasern, isoliren. Auf dieselben Gründe mich stützend, die oben bei Beschreibung der Commissur angeführt sind, trage ich nicht Bedenken, die weisse Masse vom ersten Auftreten an als aus discreten Fasern zusammengesetzt zu erklären. Bei dem Querschnitt wird dem zu Folge die Schnittfläche nicht glatt sein können,

sondern es werden die mehr oder weniger hervorstehenden Enden der durchschnittenen Fasern das optische Phänomen des punktirten Aussehens derselben bedingen müssen. — Es scheinen die Fasern der weissen Masse sowohl als der Commissur schmäler und weniger fest als die der vorderen Wurzel zu sein und durch zähes Blastem, das sie nicht viel an Consistenz übertreffen mögen, mit einander verklebt zu werden. Dadurch wird das Abtrennen einzelner Elemente von einer übrigens deutlich gestreiften Lamelle erschwert.

Wenden wir uns zu den Spinalnervenwurzeln, so zeigt dieses Stadium uns dieselben bereits vereinigt und den Spinalnerven somit von doppelter Dicke. An der Vereinigungsstelle sieht man die Fasern beider Wurzeln sich theilweise durchflechten und ein kleines Nervenbündel, aus einem Antheil jeder Wurzel zusammengesetzt, von dort aus nach hinten und aussen abgehn; diess ist der Dorsalast des Spinalnerven. Nachdem die vordere Anlage der weissen Masse in ihrer Ausdehnung nach den Seiten des Markes die Ursprungsstelle der vorderen Wurzel überschritten, setzen die Fasern derselben deutlich wahrnehmbar durch die pellucide Substanz; es wird keinerlei Lücke für das ganze Bündel reservirt, sondern jedes Element durchdringt dieselbe einzeln. Wir sahen auf der vorigen Entwickelungsstufe das aus dem vorderen, wenn man will peripherischen Ende des Spinalganglions tretende Nervenbündel noch nicht im Zusammenhang mit der vorderen Wurzel, gegenwärtig aber beide vereint; hierin liegt der thatsächliche Beweis, dass auch für die hintere Wurzel die Richtung des Wachsthums die centrifugale ist. In Bezug auf das Bündel, das die Verbindung zwischen Mark und Spinalganglion unterhält, konnte ich die Richtung des Hervorwachsens nicht ermitteln. Sobald ich es überhaupt erblickte, nahm es bereits die ganze übrigens kurze Strecke zwischen beiden Organen ein. — Man sieht gegenwärtig deutlich, dass die Fasern dieses Bündels in die hintere Anlage der weissen Masse treten. Die Eintrittsstelle ist, auf dem Querschnitt betrachtet, das vordere Ende dieser Anlage, das von der vorderen Portion der weissen Masse durch eine Lücke getrennt ist. Das Eindringen erfolgt in der Richtung nach hinten und innen. Während man die vorderen Wurzelfasern durch die ganze Dicke der weissen Masse bis in die graue hinein verfolgen kann, kann dasselbe von der hinteren nicht gesagt werden; die Fasern hören hier innerhalb der weissen Masse auf, als ob sie im weiteren Verlauf nicht in der Ebene des Querschnitts blieben; es ziehen wohl einige eine Strecke weit längs der inneren Grenze der weissen Masse hin, ich habe aber keine einzige in die graue Masse hineinbiegen sehen.

3. Schaafembryo, 12‴ lang.

An Exemplaren von dieser Länge umgiebt die weisse Masse bereits die ganze Peripherie, d. h. es haben die hinteren Stränge bereits das Maximum der Annäherung gegen einander erreicht und es beginnt bei der ferneren Dickezunahme derselben die Bildung der hinteren Längsfurche des Markes. Die Form des Querschnitts nähert sich hierdurch der des entwickelten Organs, indem gleichzeitig die innere zellenreiche Masse (graue Substanz), im

weiteren Wachsthum die Längsfaserschicht (weisse Substanz) vor sich her drängend, zu beiden Seiten der Commissur sich nach vorn und aussen vorschiebt, so die sogenannten vorderen Hörner bildend und den vorderen Längsspalt vertiefend. Die Erweiterung im hinteren Abschnitt des Centralkanals ist nur noch gering. Die histologischen Verhältnisse haben keine wesentliche Veränderung erlitten; die Streifung der weissen Masse in der Länge des Marks ist zwar progressiv immer schärfer und deutlicher geworden, doch sind Zellen oder Kerne innerhalb derselben durchaus nicht wahrzunehmen, noch erscheint eine Markscheide an den einzelnen Elementen. Mit der Vergrösserung der grauen Masse im Ganzen geht die Zunahme der Intercellularsubstanz in gleichem Schritt, dagegen nimmt die grosse Mehrzahl der Zellen dieser Substanz nicht an Grösse zu, wogegen die gelblich tingirten Nervenzellen der begrenzten Gruppe innerhalb der grauen Masse, desgleichen die Zellen des Spinalganglions eine merkliche Grössenzunahme erfahren haben. An einem Schaafembryo von der oben angegebenen Länge massen sie im Durchschnitt 0,005—0,006‴. Faserzüge innerhalb der grauen Masse lassen sich nicht wahrnehmen, wogegen man innerhalb des Ganglions einzelne Fäden zwischen den Zellen und über sie hinweg laufend bemerkt, die in die central und peripherisch von demselben austretenden Nervenstränge übergehen. Die dura mater des Spinalganglions begleitet als Scheide das central verlaufende Bündel und verschmilzt so mit der Auskleidung des Wirbelkanals. Die dura mater fand ich hier schon als feste Membran, in der die Zellen ziemlich zerstreut lagen. Ein Theil derselben war bipolar in lange Fortsätze ausgewachsen; ein anderer hatte sich sternförmig gestaltet, der Rest war rundlich. Eine der pia mater entsprechende membranöse Lage an der Peripherie des Markes konnte ich auf dem Querschnitt nicht mit Sicherheit wahrnehmen; doch sprechen für ihre Anwesenheit Gefässlumina an der Peripherie des Markes und im sulcus medianus anterior.

4. Hühnchen vom 4ten bis 9ten Tage der Bebrütung.

Die Vorgänge am Rückenmark des Hühnchens gestalten sich während des ganzen Zeitabschnittes vom Auftreten der weissen Masse bis zur Ausdehnung derselben rings um die Peripherie des Marks ganz analog dem oben beim Schaafembryo geschilderten. Das Rükkenmark nimmt, wie dort, jetzt vorzugsweise an Breite zu, so dass beim 7½tägigen Hühnchen der quere Durchmesser die Länge des geraden erreicht; an einem solchen Exemplare mass der letztere in der Gegend der oberen Extremität 0,336‴, der erstere 0,312‴. Die eckige Gestalt des Centralkanals gleicht sich nach dem Erscheinen der weissen Masse aus. Am Schlusse des vierten Tages sieht man die letztere schon deutlich. Den vorderen Abschnitt jeder Seite umgiebt sie von der vorderen Commissur an bis zur queren Mittellinie, die vordere äussere Ecke des Querschnitts ist fast rechtwinkelig von derselben begrenzt. Die hintere Portion erscheint auf dem Querschnitt von länglich linsenförmiger Gestalt, wobei der längere Durchmesser die Richtung von hinten und innen nach vorn und aussen einhält; so

stumpft diese Anlage die hintere äussere Ecke des Querschnittes ab. — Die Texturverhältnisse der weissen Masse sind ganz identische beim Hühnchen und Schaaf. Feine Längsstreifung, dann entsprechende Punktirung auf dem Querschnitt und die Abwesenheit von Zellen oder Kernen sind die allgemeinen Charaktere. — Auch hier erscheinen gleichzeitig die hinteren Wurzeln und die weisse Masse und verschwinden die Wurzelfasern nach ihrem Eintritt in die hinteren Stränge, als ob sie sich innerhalb derselben aus der queren Richtung in die longitudinale umbögen. — Zwischen den 8ten und 9ten Tag der Bebrütung fällt der Schluss dieses Abschnittes; dann haben die hinteren Stränge das hintere Segment der Peripherie umwachsen, so dass nur eine schmale Lücke, die hintere Längsfurche, zwischen ihnen bleibt. Breiter und tiefer ist die vordere Längsfurche, indem hier ebenfalls die graue Masse jederseits als vorderes Horn hervorwächst und die weisse Masse vor sich her schiebt. Ausserdem gewahrt man auch hier symmetrische Lücken zwischen vorderer und hinterer Portion der weissen Masse. — Rascher als beim Schaafembryo wächst beim Hühnchen das Spinalganglion. Zwischen dem 7ten und 8ten Tag besitzt sein Querschnitt eine Ausdehnung von vorn nach hinten, die etwa $^2/_3$ des geraden Durchmessers des Markes gleichkommt. Man sieht zwischen den Zellen desselben Faserzüge, die sämmtlich die Richtung von vorn nach hinten einhalten und so das Bild hervorrufen, als wäre die Zellenmasse durch Scheidewände in mehrere Lagen abgetheilt. Diese Fasern sind unzweifelhaft ein- und austretende Nervenfasern. — Die Zellen bewirken durch ihr rasches Wachsthum die Vergrösserung des Ganglions; denn mit Ausnahme der erwähnten Faserzüge bemerkt man noch keine Zwischensubstanz. Zwischen dem 8ten und 9ten Tage betragen die Zellen 0,0078—0,0084‴ im Durchmesser. Manche sind deutlich mit drei Ausläufern versehen.

So wird innerhalb dieses Abschnittes die Ausbildung des Rückenmarkes im Grossen und Ganzen beschlossen. Es sind alle Theile angelegt und deutlich von einander zu unterscheiden, die das Organ des ausgebildeten Thieres zusammensetzen: graue Masse, von weisser scharf abgesetzt, eine deutliche Fasercommissur besteht vor dem Centralkanal, beide Nervenwurzeln treten deutlich zum Spinalnerven zusammen, die hintere, nachdem sie das Spinalganglion durchsetzt hat; die Nervenzellen dieses letzteren zeichnen sich wie die der grauen Masse durch Grösse und Form von den übrigen zahlreichen zelligen Elementen der grauen Masse aus. Auch die Form des Markes und des Kanals nähert sich der im ausgebildeten Zustande. Die wesentlichste im weiteren Verlauf des Embryonallebens auftretende Veränderung ist das Erscheinen der Markscheide an den Fasern der weissen Masse und der Wurzeln. Alles übrige betrifft mehr ein Wachsthum der einzelnen Elemente und dadurch auch des Ganzen. Damit ist natürlich nicht behauptet, dass das fragliche Organ vor der Hälfte des Embryonallebens mit allen Bedingungen der Kraftäusserungen des ausgebildeten versehen sei; — es werden ja wohl diese Bedingungen durch Elementarvorgänge gesetzt, die ausser dem Bereiche aller Wahrnehmung liegen —; sondern es soll das Gesagte nur auf das gröbere Gefüge der morphologischen Elemente sich beziehen.

Nachdem wir uns über die bedeutendsten Vorgänge während dieses Entwickelungsstadiums unterrichtet haben, werden wir im Stande sein, die am Ende des vorigen Kapitels aufgestellten Sätze zu ergänzen und weitere Schlüsse zu ziehen, die für die richtige Beurtheilung der so schwierig zu erforschenden histologischen Verhältnisse des entwickelten Rükkenmarks nicht gering anzuschlagende Fingerzeige bieten dürften. — Das wichtigste Phänomen dieses Stadiums war das Auftreten der weissen Masse. Es zeigt sich hierbei, dass die Art und Weise der Entstehung derselben eine von der aller früheren Anlagen wesentlich abweichende ist. Es sondert sich nicht etwa das in dem bisherigen Rückenmark gegebene Material in zwei Portionen, von denen die äussere zur Längsfaserschicht, die innere zum bindegewebigen stroma der Gangliengruppe und ihrer Ausläufer sich hervorbildet; sondern es geht aus dem bisherigen Zellenaggregat die sogenannte graue Masse hervor, während eine directe Betheiligung von Zellen an der Gestaltung der weissen Masse durch die objective Anschauung nicht gelehrt wird, indem dieselbe vielmehr als etwas Neugesetztes, vom ersten Momente ihres Auftretens an aus Bestandtheilen construirt erscheint, die ihren späteren Elementen analog sind. Dieser Umstand und die früheste Beschaffenheit der Wurzelfasern nöthigen mich, gegen die zeitherige Theorie der Entwickelung der Nervenfaser aufzutreten, da dieselbe, nur auf die Erscheinungsweise der späteren Phasen dieses Vorganges gestützt, den ursprünglichen ganz abweichenden Verhältnissen nicht Rechnung trägt. Als Gewährsmann der üblichen Vorstellung sehe ich Kölliker an und halte mich ganz an seine Darstellung (Geweblehre, 2te Aufl., pag. 353 seqq.). Zwar bezieht sich derselbe nur auf Beobachtungen an peripherischen Nerven, doch zweifelt er nicht daran, dass in den wesentlichen Momenten der Vorgang an sämmtlichen Nervenfasern des Körpers und somit auch an den Longitudinalfasern des Rückenmarks ein übereinstimmender sein werde. Nach jener Theorie nun sollte die Bildung der fraglichen Elemente analog der Entstehung der Muskelfaser vor sich gehen, Zellen nämlich, in der Bahn der späteren Faser an einander gereiht, sollten sich in der Richtung dieser Bahn verlängern, erst spindelförmig werden, dann allmählich an jedem Ende in längere Fortsätze auswachsen, bis die gegen einander gekehrten Fortsätze je zweier benachbarter Zellen sich berühren und mit einander verschmelzen. Nach Resorption der an der Stelle der Verschmelzung ursprünglich vorhandenen doppelten Membran wäre somit ein continuirliches Rohr dargestellt, das in ziemlich gleichen Abständen Anschwellungen zeigt, durch die an Ort und Stelle gebliebenen Kerne der Zellen bedingt. Diese Theorie stützt sich auf das Vorhandensein von Kernen an der Scheide der Nervenfasern in späteren als den von mir untersuchten Stadien des Embryonallebens; es können ausserdem Verwechselungen von dem Bindegewebe zugehörigen Elementen, geschwänzten Körperchen, elastischen Fasern, die schon früher in der nächsten Umgebung der Centralorgane und der peripherischen Stränge sich finden, mit jugendlichen Nervenelementen untergelaufen sein. Sie verliert aber allen Boden, wenn man erkannt hat, dass die Nervenfaser, wie sie zuerst aus dem Marke tritt, keine Kerne zeigt, dass die das ganze Mark umgebende Längsfaser-

schicht, nachdem sie eine Dicke von 0,2‴ und darüber erreicht hat, keine Spur von Zellen oder Kernen enthält, dagegen eine continuirliche Längsstreifung in der ganzen Ausdehnung des Markes darbietet. Man ist hieraus zu dem Schlusse genöthigt, dass die Nervenfaser nicht durch die Verwachsung längsgeordneter Zellen entsteht. — So leicht es ist, diess zu constatiren, so schwierig dürfte die Ermittelung der wirklichen Entstehungsweise sein. Will man nicht dem Gebäude der Morphologie die Grundlage rauben, indem man den Satz negirt, dass jedes Formelement aus der Zelle hervorgehe, will man also nicht etwa behaupten, dass die Nervenfaser durch Gerinnung aus einem flüssigen Blastem entstehe, so dürfte wohl die Annahme den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen, dass die Nervenzelle mit den Bedingungen ausgerüstet sei, die Faser als directen Fortsatz aus sich hervorgehen zu lassen, ohne dass eine Betheiligung anderer Bildungszellen im Verlaufe der Faser, an der Construction des Elementes, wie es in der ersten Zeit des Embryonallebens erscheint, erforderlich wäre. Jede Faser müsste demnach bis zu ihrer peripherischen Endigung, morphologisch betrachtet, nur als ein colossaler »Ausläufer« der Nervenzelle aufgefasst werden. Die Dimensionsverhältnisse, nämlich die enorme Länge des Ausläufers im Verhältniss zum Durchmesser der centralen Zelle, werden jene Vorstellung bedenklich erscheinen lassen. Indessen können solche Bedenken, meiner Meinung nach, nicht als wissenschaftlicher Einwand gelten, wenn nicht zugleich die Möglichkeit eines so bedeutenden Wachsthums des secundären Gebildes im Vergleich zur ursprünglichen Grösse des primären, aus dem es hervorgehen soll, mit Entschiedenheit geleugnet werden kann. Dazu dürfte aber um so weniger Grund vorhanden sein, als Analoges doch bereits bekannt ist. Man findet isolirte elastische Fasern im Bindegewebe, die nur in der Mitte ihrer sehr beträchtlichen Länge eine Anschwellung, von der Anwesenheit eines Kernes (Zelle) herrührend, zeigen, von dort an aber nach den Enden hin sich gleichmässig bis zur äussersten Feinheit verschmälern. Man ist darnach, nachdem man vorher das bipolare Auswachsen einzelner Bildungszellen des Bindegewebes beobachtet hat, zu der Annahme berechtigt, dass jene Faser einer einzigen Zelle ihre Entstehung verdankt; und doch übertrifft die Länge des definitiven Gebildes um das Hundertfache und mehr den Durchmesser der ursprünglichen Zelle. Natürlich lässt sich bei dem Hervorwachsen von sogenannten Ausläufern aus einer Zelle nur an eine Verlängerung derselben in toto denken. Die Membran der Zelle muss als continuirlich in die äusserste Grenzschicht der Faser übergehend und desgleichen der centrale Theil der Faser als Fortsetzung des Zelleninhaltes gedacht werden, falls nicht schon vorher Zellenmembran und Zelleninhalt zu einer gleichmässigen Masse verschmolzen sind. Gilt diese Vorstellung für das Verhältniss der entwickelten Nervenzellen zu den längst bekannten Ausläufern derselben, so wäre sie auch hier auf den Zusammenhang der embryonalen Nervenzelle und Nervenfaser zu übertragen. — Im weiteren Verlauf des Embryonallebens, in der zweiten Hälfte desselben, zeigen sich an den bisher gleichmässig schmalen, blassen, dicht an einander liegenden Elementen der weissen Masse und der Spinalnerven

deutliche Veränderungen. Man bemerkt einmal freie Zellen, sowohl zwischen den Fasern der peripherischen Stränge als auch zwischen denen der weissen Masse eingestreut; zugleich sieht man aber an den Fasern selbst sogenannte Kerne, die mit ihnen innig verschmolzen scheinen und je später desto weniger erhaben über den äusseren Contur derselben hervorstehen. Die freien Zellen stimmen in der Grösse mit denen der grauen Masse überein. — Untersucht man solche mit Kernen versehene Fasern isolirt, so wird man meist schon im Stande sein, zu beiden Seiten der hellen Axe der Faser den dunkeln Streifen der auftretenden Markscheide zu erkennen, was weiterhin von dem Vorhandensein einer ringsum geschlossenen Primitivnervenscheide Zeugniss giebt. Somit fällt das Auftreten von Kernen an den Fasern und von freien Zellen zwischen denselben mit der Bildung der beiden Theile der entwickelten Nervenfaser, der Primitivscheide und des Markes zusammen, die ohne Zweifel zur Bedingung der Kraftäusserungen des Elementarorgans nicht von primärer Bedeutung sind. Ich stelle mir den Zusammenhang dieser Erscheinungen folgendermaassen vor: aus der embryonalen Nervenzelle wächst schon in sehr früher Zeit als unmittelbare Fortsetzung derselben der Axencylinder hervor und erlangt in rascher Zunahme im Embryonalkörper die Ausdehnung, die der Länge der Nervenfaser, in die er einzugehen bestimmt ist, am Schluss der Entwickelung entspricht. Nachdem aus diesen Elementen die weisse Masse des Rückenmarks und die Spinalnerven angelegt sind, wird zwischen die Axencylinder ein Blastem gesetzt, in welchem die Entstehung neuer Zellen vor sich geht. Diese haben eine doppelte Bestimmung; aus einem Theil derselben geht das lockere interstitielle Bindegewebe hervor, das nirgends fehlt, wo Nervenfasern in Strängen an einander liegen, während der andere, und zwar in den peripherischen Nerven, zur Bildung der die einzelnen Axencylinder isolirenden Primitivnervenscheide verwandelt wird. Die letztere wäre somit eine secundäre Bildung und die Fortsetzung der Nervenzellenmembran wäre am Axencylinder zu suchen, an welchem wie an der Zelle selbst Membran und Inhalt zu einer homogenen Masse verschmolzen sind.

Auch eine Streitfrage, die sich auf die gröbere Anatomie des Markes bezieht, dürfte durch die Entwickelungsgeschichte gelöst sein, die Frage nämlich, ob eine Anordnung der weissen Masse in Stränge zu statuiren sei. Wir haben gesehen, dass das Auftreten derselben in zwei Portionen an von einander entfernten Punkten der Peripherie erfolgt, dass das Wachsthum der beiden Portionen nicht in gleicher Weise Statt hat, sondern die vordere darin überwiegt; dass ferner beide Portionen durch eine Lücke getrennt bleiben, nachdem die vordere das Maximum ihrer Ausdehnung erlangt hat Darnach müssten also die hinteren Stränge, die zur Seite durch die Eintrittsstellen der hinteren Wurzeln begrenzt sind, als besonderer Theil von der übrigen weissen Masse unterschieden werden. Von seitlichen Strängen kann aber nicht die Rede sein. — Man wäre gewiss vom embryologischen Standpunkte aus berechtigt, aus dem gesonderten Auftreten der hinteren Stränge und der bleibenden Begrenzung derselben den Schluss zu ziehen, dass die sie zusammensetzenden Fasern eine

von den übrigen Longitudinalfasern abweichende Bestimmung haben und man fände eine Stütze dieser Anschauung in dem verschiedenen Verhalten der beiden Wurzeln zu den ihnen entsprechenden Abtheilungen der weissen Masse. Wir haben gesehen, dass die vorderen Wurzeln eine merkliche Zeit vor dem Erscheinen der weissen Masse vorhanden waren und auch nach der Entwickelung der letzteren, sie auf dem geradesten Wege durchsetzten; wir haben daraus geschlossen, dass, wenn auch ihre Endigungsweise in der Gangliengruppe der grauen Masse nicht erkannt wäre, die Longitudinalfasern des Markes trotzdem nicht als directe Fortsetzung derselben zu betrachten wären. Anders die hinteren Wurzeln. Der Zeitpunkt ihres Auftretens coincidirt genau mit dem Erscheinen der weissen Masse. Sobald nur eine Spur der hinteren Stränge wahrgenommen wird, sieht man diese bereits durch Fäden mit dem Spinalganglion verbunden. Auch späterhin, nachdem die Breite der hinteren Stränge zugenommen, dass man über Eintrittsstelle und Verlauf der Wurzelfasern Genaueres anzugeben vermag, deuten die Verhältnisse darauf, dass die Fasern in ausschliesslicher Beziehung zu den hinteren Strängen verbleiben. Die Eintrittsstelle ist die vordere Grenze der Stränge; darnach ziehen die Fäden eine kurze Strecke weit parallel der Grenze zwischen weisser und grauer Masser nach hinten, um plötzlich ohne Aenderung der Richtung aufzuhören. Eine Umbiegung der Faser nach vorn in annähernd derselben Ebene müsste unter sehr spitzem Winkel erfolgen, was doch nicht wahrscheinlich ist. Die Annahme, dass sie direct in den hinteren Strängen aufwärts steigen, liegt daher nahe, und dieser Umstand war es besonders, der das in der ersten Abtheilung bereits erwähnte Streben hervorrief, für die Auffassung Schroeder v. d. Kolk's durch die Untersuchung des ausgebildeten Rückenmarks Belege zu finden. Ob nicht ein Theil der Fasern, die aus dem centralen Ende des Spinalganglions treten, vor Erreichung der hinteren Stränge, gerade nach innen sich wendet und durch die Lücke zwischen vorderen und hinteren Strängen in die graue Masse eindringt, das ist eine Frage, zu deren Entscheidung ich noch weitere Untersuchungen bedarf. Denn auf den von mir untersuchten Entwickelungsstadien könnten gerade solche Fasern leicht übersehen worden sein, da im Querschnitt das centrale Ende des Ganglions der erwähnten Lücke sehr nahe liegt, ausserdem die dura mater den Raum zwischen beiden ausfüllt, indem hier eine Vereinigung des das Ganglion umgebenden Sackes mit der Auskleidung der Wirbelröhre Statt findet. — Von der grössten Bedeutung wäre die Ermittelung der Richtung des Wachsthums der Fasern zwischen den hinteren Strängen und dem Spinalganglion, ob sie nämlich von letzterem oder dem ersteren ausgeht; gegenwärtig kann ich hierüber nichts aussagen. Dagegen ist mir kein Zweifel darüber geblieben, dass die aus dem peripherischen Ende des Ganglions tretenden Elemente in centrifugaler Richtung sich verlängern. Bei Schaafembryonen von 5‴ Länge sah ich die Vereinigung derselben mit der vorderen Wurzel noch nicht, bei etwas älteren sehr deutlich.

Erklärung der Abbildungen.

(Die Figuren II, III und IV sind von Dr. L. Ulmann, Figg. I u. V von stud. med. Müller, die übrigen Figuren von Dr. C. Kupffer gezeichnet worden.)

Fig. I. Segment aus der durch Chromsäure erhärteten Ausfüllungsmasse des sinus rhomboideus eines Huhnes, bei 200maliger Vergrösserung; hier liegt graue Rückenmarkssubstanz in Gestalt gallertartigen Bindegewebes vor. Es bieten sich in dem sehr dünnen Segment nur zwei Lagen von über einander liegenden Zellen mit ihren Ausläufern dar; einige Zellen aus der dem Beobachter näheren Schicht sind mit *a* bezeichnet; sie stellen die Knotenpunkte eines Fadennetzes dar, dessen Maschenräume von einer ganz hyalinen Intercellularsubstanz ausgefüllt sind. Mit *b* sind einige Zellen einer tieferen Lage bezeichnet, die, weil nicht im focus liegend, mit ihren Ausläufern als blasse nebelartige Gebilde erscheinen. Die polygonalen Räume, die man auf den ersten Blick für Zellen mit excentrischem Kern zu halten geneigt sein könnte, sind Intercellularräume mit gallertartiger Substanz gefüllt.

Fig. II. Dieselbe Substanz bei 400maliger Vergrösserung. Die Zellennatur der Knotenpunkte *a* des Fadennetzes tritt entschieden hervor; die Fäden sind Ausläufer und Fortsetzungen der den Kern eng umschliessenden Zellenmembran. Auch bei dieser Vergrösserung erscheint die Intercellularsubstanz ganz hyalin. Wo ihre Menge geringer ist und die Saftzellen mit ihren Ausläufern daher näher zusammenrücken, wird die Masse von dunkeln Streifen *b* durchzogen; solche dichtere Gruppirung der Zellenelemente findet sich auch rings um den Centralkanal *c*, dessen nächste Umgebung nur von diesem zellenartigen Gewebe gebildet wird; durch dieselbe Art der Verdichtung geht an dem Rande *d d* das gallertartige Bindegewebe in die übrige graue Substanz über.

Fig. III. Theil eines Querschnittes aus der Sacralanschwellung vom Rückenmark eines Huhnes, bei 100maliger Vergrösserung. *a a* Innerste Partie der vorderen Stränge der weissen Substanz, durch eintretende Fortsetzungen grauer Masse in unregelmässige inselförmige Gruppen von Querschnitten longitudinaler Fasern zerfallend; *b* die zwischen den Strängen befindliche breite vordere Längsfurche, aus welcher der gefässreiche Fortsatz der pia mater herausgezogen ist; *cc* vordere Kreuzungscommissur, deren Nervenfasern in horizontaler Richtung vor dem Centralkanal verlaufend, theils geradezu in querem Laufe von einer Seite zur andern hinübergehen, theils eine schräge Richtung einschlagend in die vorderen Längsstränge eintreten [illegible] zu verlieren scheinen; bei *dd* sind aber einige aus der weissen

Substanz hervortauchende und in das vordere graue Horn übertretende Fasern dieser Commissur zu erkennen: *c* Centralkanal von der dunkeln Epithelialschicht ausgekleidet; *ff* gallertartiges denselben ringsum einschliessendes Bindegewebe.

Fig. IV. Querschnitt aus dem unteren Drittel des filum terminale eines Hundes, nebst Umgebung, bei 200maliger Vergrösserung. *a a* Dura mater, aus dicht gestrichelter Masse Bindegewebe bestehend und in mehrere Lagen sich theilend, so dass das Spinalganglion *b* ringsum davon umschlossen wird; *c c* Nervenzellen dieses Ganglions, mit Kern und Kernkörperchen, durch die Einwirkung der Chromsäure etwas verschrumpft und daher von der bindegewebigen Primitivscheide durch einen lichten Zwischenraum getrennt. Die Interstitien zwischen den Nervenzellen werden von Bindegewebe ausgefüllt, in denen einzelne Bindegewebskörperchen zu erkennen sind: *d d* Querschnitte der durch das Ganglion hindurchziehenden Nervenfasern, die an der bezeichneten Stelle aus dem bindegewebigen Lager vollkommen gelöst sind und daher nach Entfernung des letzteren ganz isolirt erscheinen; *e e* pia mater, in diesem Präparat als ein von der inneren Seite der dura mater durchweg geschiedener Ring erscheinend, der sich ebenfalls spaltet, um ein Paar nach innen von der dura mater gelegene Ganglien *ff* Ganglia coccygea Schlemmii und Nervenwurzeln zu umkleiden. Innerhalb des innersten Ringes der pia liegt endlich das filum selbst *g*, völlig frei, weil ohne Zweifel die zarten Verbindungsfäden zwischen ihm und der pia mater bei dem Schnitt getrennt wurden. Die Substanz des Endfadens erscheint bei dieser Vergrösserung gleichförmig fein granulirt, nur an einzelnen Stellen treten Andeutungen von Kernen hervor, die bei stärkerer Vergrösserung wiederum als sternförmige Bindegewebszellen mit spärlicher und ziemlich derber Intercellularsubstanz sich erweisen: *h* Epithelialschicht des filum, durch ihre dunklere Färbung von der übrigen Masse ziemlich scharf abgesetzt: *i* Lumen des Centralkanals.

Fig. V. Querschnitt aus dem oberen Drittel des filum terminale des Hundes, rechte Hälfte nebst einem Theil der linken, bei 100maliger Vergrösserung. *a a* Dura mater: an einigen Stellen löst sich von der inneren Seite derselben ein besonderes aber durch Verbindungsfäden an ihr haftendes hinderndes Blatt ab, pia mater, das seinerseits wiederum durch zahlreiche Fäden mit der Oberfläche des filum selbst zusammenhängt. In diesen Hüllen finden sich an mehreren Stellen Gefässbäumchen *b b*, die bedeutendsten in der Mitte der vorderen und hinteren Fläche. *c c*: das filum selbst. *d*, hat zwar im Allgemeinen schon die äussere Form des Rückenmarks, nur sind statt der tiefen und engen vorderen und hinteren Längsspalten blos flache Einsenkungen vorhanden, in welche die zahlreichsten Fäden der pia mater hineintreten. Die Substanz des filum selbst zerfällt auch schon bei dieser mässigen Vergrösserung in zwei durch ihre Färbung unterschiedene Partieen, eine innere hellere und eine äussere dunklere und letztere ist in ihrem vorderen Theile von hellerem septa, entsprechend den in dem eigentlichen Rückenmark angelegten Wegen für die vorderen Wurzeln der Spinalnerven versehen. Auch bei stärkeren Vergrösserungen ist jedoch weder in der helleren grauen Substanz eine Spur von Nervenzellen, noch in der dunkeln, welche der weissen Masse

analog gelagert ist, eine Spur von Nervenfasern zu entdecken. Man hat es hier vielmehr nur mit Bindegewebe zu thun, dessen verschiedene, der grauen und weissen Rückenmarkssubstanz zukommende Elementaranordnung, den verschiedenen Gang des durchfallenden Lichts und dadurch das hellere oder dunklere Ansehn bestimmt. In der lichteren Masse markiren sich überdiess auch hier schon Streifen, die von der vorderen und hinteren Einsenkung aus sich bis zum Centralkanal fortsetzen. Der Centralkanal *e*, der vorderen Fläche des filum weit näher liegend als der hinteren, von einer Eiform, deren spitzeres Ende nach vorne gewendet ist, ist ringsum von einem Cylinderepithelium ausgekleidet, an welchem stellenweise auch noch aufsitzende Flimmercilien zu erkennen sind.

Fig. VI. Stück eines Querschnittes durch die weisse Substanz der medulla oblongata eines Hechts bei 300maliger Vergrösserung, um das zusammenhängende schwammartige Bindegewebegerüste zu veranschaulichen, in welches die Querschnitte der longitudinalen Nervenfasern eingebettet sind. Jeder dieser Querschnitte besteht aus einem der Markscheide angehörenden tiefdunkeln Ringe und einer hellen durchscheinenden dem Axencylinder entsprechenden Mitte; eine gesonderte Begrenzungshaut findet sich nicht, hat sich von dem übrigen Bindegewebelager nicht abgesetzt und letzteres ist um die Nervenfaser herum nur etwas heller und lichter. An dem Rande des Schnittes erscheinen unregelmässige Halbringe, aus denen die Querschnitte der Nervenfasern herausgefallen sind.

Fig. VII. Querschnitt durch das Rückenmark und seine Umgebung, aus einem Schaafembryo von 3—3½‴ par. Länge, bei 60maliger Vergrösserung. *aa*. Rückenmarksanlage. *bb*. Dunklere Zellengruppe innerhalb derselben (Nervenzellen). *c*. Epithelium des Centralkanals. *ddd*. Wirbelsystem. *e*. Anlage des Spinalganglions. *f*. Vordere Wurzel. *gg*. Anlage der dura mater.

Fig. VIII. Vorderer Theil desselben Querschnitts, bei 280maliger Vergrösserung. *ff*. Einzelne Nervenfäden der vorderen Wurzel.

Fig. IX. Querschnitt, einem Embryo von 4‴ par. Länge entnommen, bei 60maliger Vergrösserung. *a*—*g*. Wie in Fig. VII. *h*. Vordere Commissur.

Fig. X. Der gleiche Querschnitt aus einem Embryo von 5‴ Länge und bei derselben Vergrösserung. *a*—*h*. Wie oben. *m*. Anlage der vorderen und *n* Anlage der hinteren Portion der weissen Masse.

Fig. XI. Querschnitt aus einem 7‴ langen Embryo bei 60maliger Vergrösserung. *b*, *h*, *f*, *m*, *n* Wie oben. *pp*. hintere Wurzel. *r*. Ramus dorsalis des Spinalnerven.

Sinnstörende Druckfehler,

welche sich bei der Entfernung des Verfassers vom Druckort eingeschlichen haben.

S. VIII. Zeile 2 v. oben statt abweicht lies abweiche
- 13. Z. 3 v. o. statt Eibrillen lies Fibrillen
- 59. Z. 3 v. unten statt könnte lies kann
- 61. Anmerkung statt Jena lies Jan.
- 62. Z. 14 v. o. statt Spitzen lies Spitze
- 84. Z. 15 v. u. statt sind aber lies sind eben
- 88. Z. 4 v. u. statt ihrer grauen lies ihnen graue
- 92. Z. 6 v. u. statt durchsähet lies durchsäet
- 97. Z. 17 v. u. statt folgen lies folgen zu können.

Fig. I.

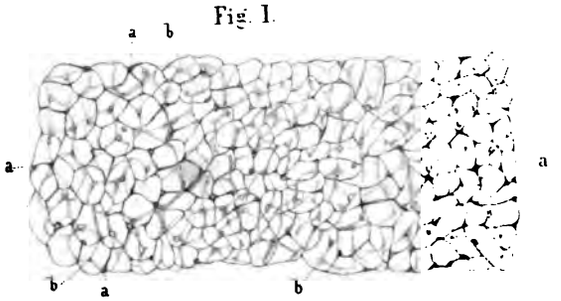


Fig. II.

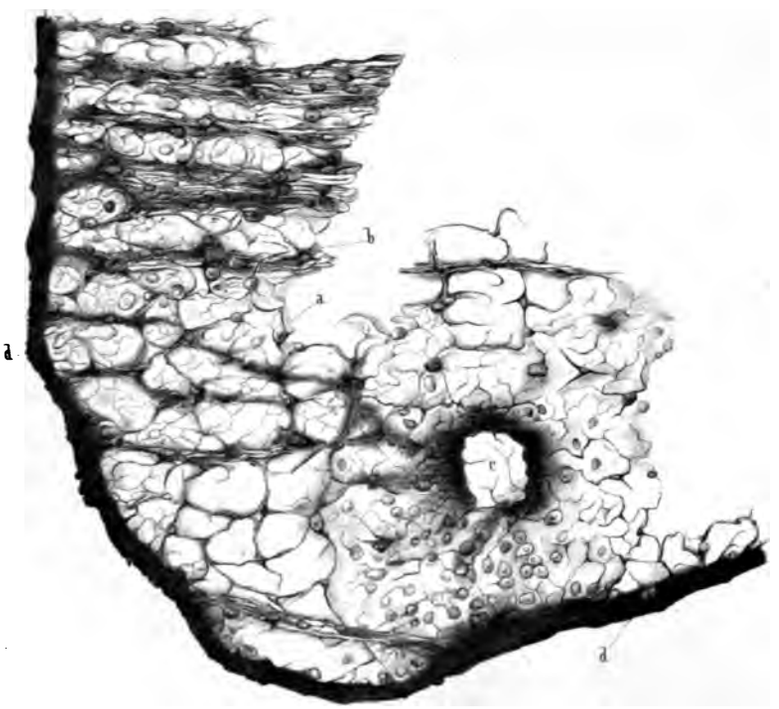


Fig. III.

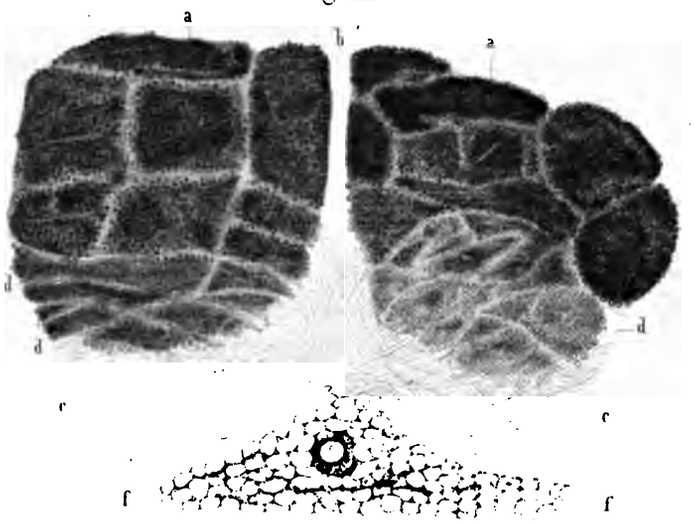
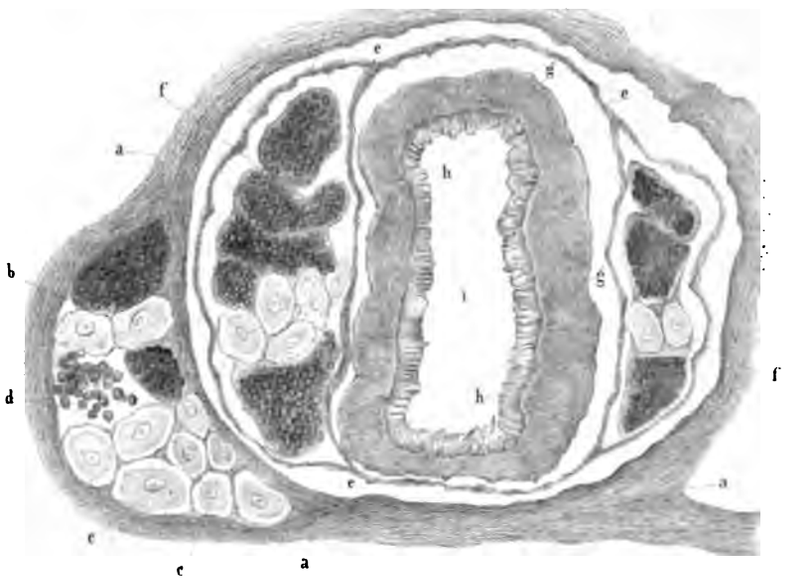


Fig. IV.



Lith. Anst. v. H. Schenck in M

Fig. V

Fig. VI.

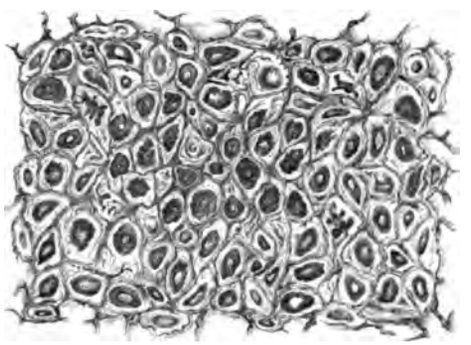


Fig. VII.

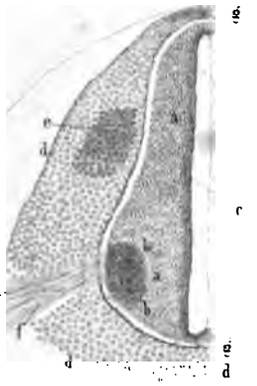


Fig. VIII.

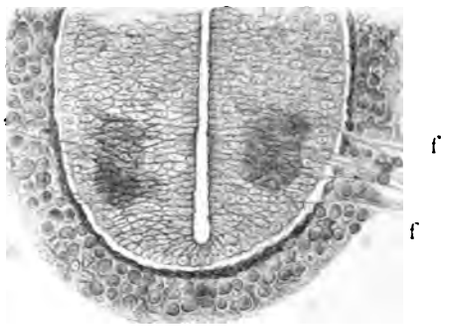


Fig. IX.

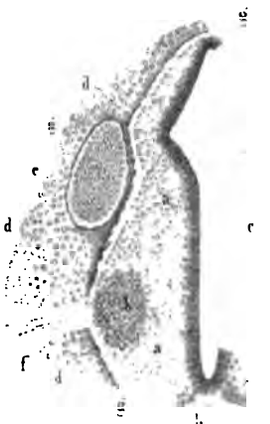


Fig. X.

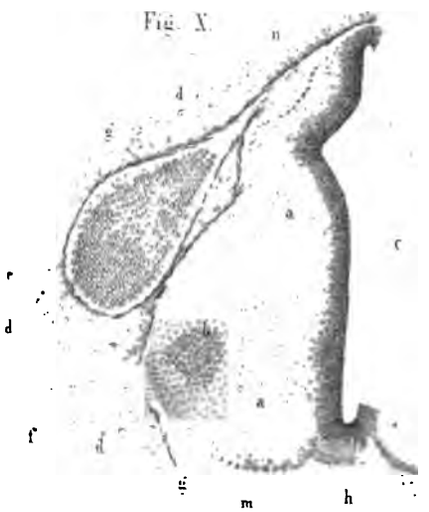
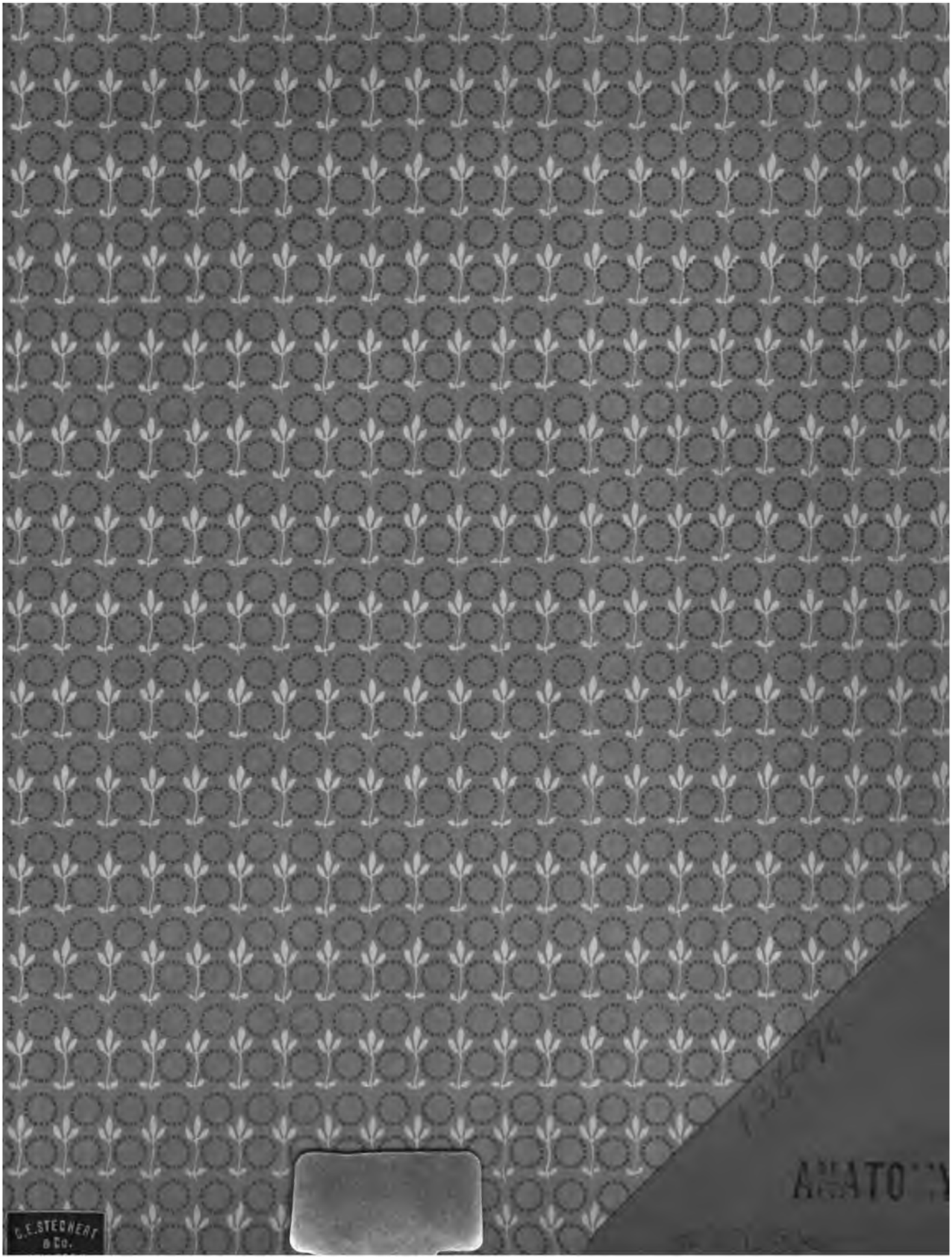
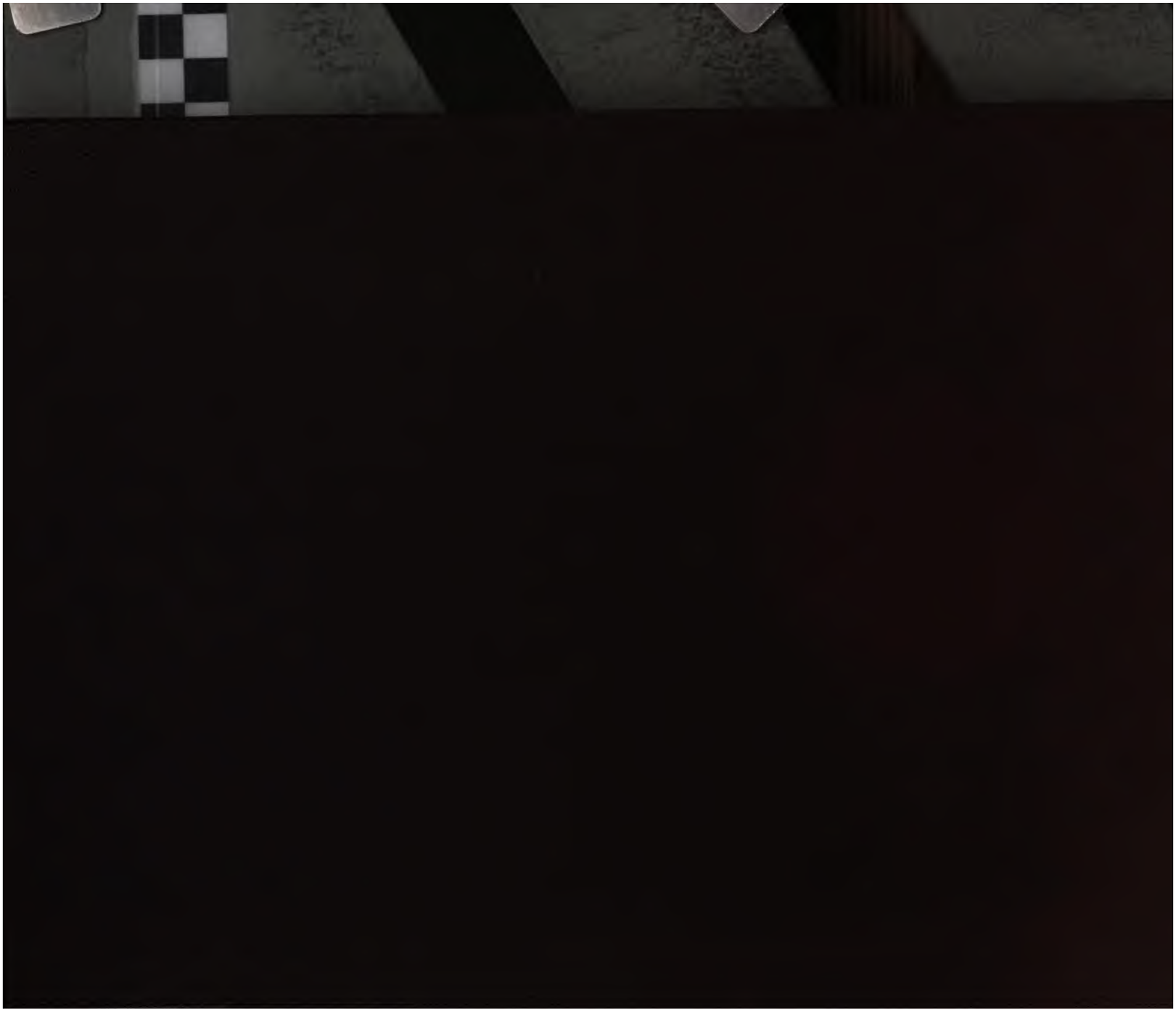


Fig. XI.

QL
465
B58
1857
LANE
HIST

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below

ANATOMY


G. E. STECHERT & Co.